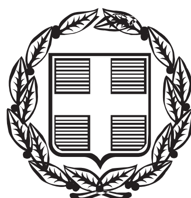


ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ **Αρ. Φύλλου 2945**

3 Νοεμβρίου 2014

Το παρόν ΦΕΚ επανεκτυπώθηκε λόγω παράλειψης παραρτημάτων στο θέμα (4)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθμ. Γ.Δ.Ο.Π. 0001358 ΕΞ 2014 /ΔΚΠ228 (1)

Τροποποίηση της αριθμ. 16729/ΔΚΠ145/14.4.2011 (ΦΕΚ 667/Β΄) κοινής υπουργικής απόφασης «Εκκαθάριση του Ν.Π.Δ.Δ. με την επωνυμία Ειδικό Ταμείο Αντιμετώπισης Έκτακτων Αναγκών (Ε.Τ.Α.Ε.Α) και διάθεση των πόρων του», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με την αριθμ. 55923/ ΔΚΠ 353/18.12. 2012 (ΦΕΚ 3557/Β΄) κοινή υπουργική απόφαση.

**ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ - ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΚΑΙ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις:

α) του Ν. 3895/2010 «Κατάργηση και συγχώνευση υπηρεσιών οργανισμών και φορέων του δημόσιου τομέα» (ΦΕΚ 206/Α΄),

β) του άρθρου 90 του «Κώδικα νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα κυβερνητικά όργανα» ο οποίος κυρώθηκε με το άρθρο πρώτο του Π.Δ. 63/2005 (ΦΕΚ 98/Α΄), όπως ισχύει,

γ) της από 29/8/2007 πράξης Νομοθετικού Περιεχομένου «Κοινωνικές παροχές και οικονομικές ενισχύσεις στους πληγέντες από τις πυρκαγιές» (ΦΕΚ 205/Α΄), όπως κυρώθηκε με το Ν. 3624/2007 (ΦΕΚ 289/Α΄) και τροποποιήθηκε με το άρθρο 6 του Ν. 3660/2008 (ΦΕΚ 78/Α΄),

δ) του ΝΔ 2957/1954 «Περί δημοσίων επενδύσεων...» (ΦΕΚ 186/Α΄), όπως ισχύει,

ε) του Ν. 2362/1995 «Περί Δημοσίου Λογιστικού, ελέγχου των δαπανών του Κράτους και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 247/Α΄), όπως τροποποιήθηκε με τον Ν. 3871/2010 «Δημοσιονομική Διαχείριση και Ευθύνη» (ΦΕΚ 141/Α΄) και με το Ν. 4270/2014 (ΦΕΚ 143/Α΄),

στ) του ΝΔ 1265/1972 «Περί ελέγχου των δαπανών του κράτους, των ΟΤΑ, ΝΠΔΔ, κ.λπ.» (ΦΕΚ 197/Α΄),

ζ) του Ν.Δ. 496/1974 «Περί Λογιστικού των Νομικών Προσώπων Δημόσιου Δικαίου» (ΦΕΚ 204/Α΄),

η) του Π.Δ. 227/2007 «Οργάνωση και λειτουργία Ειδικού Ταμείου Αντιμετώπισης Εκτάκτων Αναγκών (Ε.Τ.Α.Ε.Α)» (ΦΕΚ 259/Α΄),

θ) του Π.Δ. 178/2000 «Οργανισμός του Υπουργείου Εθνικής Οικονομίας» (ΦΕΚ 165/Α΄), όπως ισχύει,

ι) του Π.Δ. 81/2002 «Συγχώνευση των Υπουργείων Εθνικής Οικονομίας και Οικονομικών στο Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών (ΦΕΚ 57/Α΄),

κ) του Π.Δ. 185/2009 «Ανασύσταση του Υπουργείου Οικονομικών, συγχώνευση του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών με τα Υπουργεία Ανάπτυξης και Εμπορικής Ναυτιλίας, Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής...» (ΦΕΚ 213/Α΄),

λ) του ΠΔ 189/2009 «Καθορισμός και ανακατανομή αρμοδιοτήτων των Υπουργείων» (ΦΕΚ 221/Α΄), όπως τροποποιήθηκε με τις διατάξεις της παρ. 16 του άρθρου 55 του Ν. 4002/2011 (ΦΕΚ 180Α΄) και ισχύει,

μ) του Π.Δ. 118/2013 «Τροποποίηση του Π.Δ. 85/2012 και μετονομασία του Υπουργείου Ανάπτυξης Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων σε Υπουργείο Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας» (ΦΕΚ 152/Α΄),

ν) του Π.Δ. 89/2014 «Διορισμός Υπουργών, Αναπληρωτών Υπουργών και Υφυπουργών» (ΦΕΚ 134/Α΄).

2) Την κοινή απόφαση 16729/ΔΚΠ 145/14-4-2011 του Υπουργού Οικονομικών και του Υφυπουργού Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας, «Εκκαθάριση του Ν.Π.Δ.Δ, με την επωνυμία Ειδικό Ταμείο Αντιμετώπισης Έκτακτων Αναγκών (Ε.Τ.Α.Ε.Α.) και διάθεση των πόρων του» (ΦΕΚ 667/Β΄).

3) Την κοινή απόφαση 55923/ΔΚΠ353/18.12.2012 των Υπουργών Οικονομικών και Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων «Τροποποίηση της αριθμ. 16729/ΔΚΠ145/14.4.2011 κοινής υπουργικής απόφασης (ΦΕΚ 667/Β΄) Εκκαθάριση του Ν.Π.Δ.Δ, με την επωνυμία Ειδικό Ταμείο Αντιμετώπισης Έκτακτων Αναγκών (Ε.Τ.Α.Ε.Α.) και διάθεση των πόρων του» (ΦΕΚ 3557/Β΄).

4) Την κοινή απόφαση οικ./5285/Α32/31.8.2007 του Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ και του Υφυπουργού Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης «Οριοθέτηση περιοχών για αποκατάσταση ζημιών σε κτίρια από τις πυρκαγιές του Αυγούστου 2007 σε περιοχές των Νομών Ηλείας, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αρκαδίας, Κορινθίας, Εύβοιας, Αττικής και Αιτωλοακαρνανίας» (ΦΕΚ 1744/Β΄).

5) Την κοινή απόφαση οικ/5645/Α32/12.9.2007 του Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ και του Υφυπουργού Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης «Οριοθέτηση περιοχών για την αποκατάσταση των ζημιών σε κτίρια από τις πυρκαγιές του Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου 2007 σε περιοχές των νομών Αχαΐας, Μαγνησίας, Κεφαλληνίας, Κορινθίας και Αττικής» (ΦΕΚ 1845/Β΄).

6) Την κοινή απόφαση οικ. 6374/Α32/10.10.2007 του Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ και του Υφυπουργού Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης «Συμπληρωματική οριοθέτηση περιοχών για αποκατάσταση ζημιών σε κτίρια από τις πυρκαγιές του Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου 2007 σε περιοχές των Νομών Ηλείας, Αρκαδίας, Κορινθίας, Αργολίδας, Μεσσηνίας, Αχαΐας, Λάρισας, Άρτας, Εύβοιας, Βοιωτίας, Θεσπρωτίας, Κεφαλληνίας, Ζακύνθου, Φθιώτιδας και Αττικής» (ΦΕΚ 2024/Β΄).

7) Την κοινή απόφαση 57230/ΔΕ-6868/23.12.2013 του Αναπληρωτή Υπουργού Οικονομικών και του Υφυπουργού Οικονομίας Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας, «Τακτοποίηση πληρωμών Δημοσίων Επενδύσεων με τη λήξη του οικονομικού έτους, χρηματοδότηση του επόμενου και ρύθμιση σχετικών θεμάτων» (ΦΕΚ 3288/Β΄).

8) Την ετήσια εγκύκλιο Οδηγιών κατάρτισης και χρηματοδότησης του ΠΔΕ.

9) Την ανάγκη επίλυσης προβλημάτων που προέκυψαν στην υλοποίηση των έργων αποκατάστασης και ανασυγκρότησης των περιοχών που επλήγησαν από τις πυρκαγιές του καλοκαιριού του έτους 2007 και τα οποία χρηματοδοτούνται από τους πόρους του καταργηθέντος ΕΤΑΕΑ, καθώς και την ανάγκη αξιοποίησης αδιάθετων κονδυλίων.

10) Το γεγονός ότι από την έκδοση της παρούσας απόφασης δεν προκαλείται δαπάνη εις βάρος του κρατικού προϋπολογισμού, αποφασίζουμε:

Άρθρο μόνο

1. Στο τέλος του δεύτερου εισαγωγικού εδαφίου του άρθρου μόνου της αριθμ. 55923 /ΔΚΠ 353/18.12.2012 ΚΥΑ προστίθενται τα κάτωθι εδάφια ως εξής:

«α. Δίνεται η δυνατότητα στους φορείς υλοποίησης των συνεχιζόμενων έργων, που είχαν εγκριθεί από το ΕΤΑΕΑ, είχαν ενταχθεί στο Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων (ΠΔΕ) κατά την διάρκεια της λειτουργίας του Ταμείου και δεν έχουν ολοκληρωθεί μέχρι την έκδοση της παρούσης, να μεταβάλουν τα οικονομικά στοιχεία και τους τίτλους των έργων αυτών, κατόπιν σχετικής αίτησης στην τριμελή Επιτροπή Αξιολόγησης της παραγράφου 5 του άρθρου μόνου της αριθμ. 55923/ΔΚΠ353/18.12.2012 κοινής υπουργικής απόφασης. Η αίτηση πρέπει να αιτιολογεί εμπεριστατωμένα τις αιτούμενες μεταβολές και να συνοδεύεται από τα κατά περίπτωση στοιχεία που θα αποδεικνύουν ότι οι μεταβολές αυτές είναι απαραίτητες για την ολοκλήρωση των έργων αυτών και για την αξιοποίηση αδιάθετων κονδυλίων. Ως διαδικασία έγκρισης των αιτούμενων μεταβολών ορίζεται αυτή που ισχύει για την ένταξη νέων έργων όπως περιγράφεται στις παραγράφους 3,4,5 και 6 της αριθμ. 55923/ΔΚΠ 353/18.12.2012 κοινής υπουργικής απόφασης.

Το διαθέσιμο υπόλοιπο που θα προκύπτει από τυχόν μειώσεις προϋπολογισμών των εν λόγω έργων είναι στη διάθεση της Περιφέρειας για αυξήσεις προϋπολογισμών λοιπών συνεχιζόμενων έργων της ίδιας Περιφέρειας που εγκρίθηκαν με την ανωτέρω διαδικασία ή για νέα έργα του ίδιου σκοπού.

β. Τα έργα που θα χρηματοδοτηθούν από διαθέσιμα υπόλοιπα που προέκυψαν από μειώσεις προϋπολογισμών ή τα έργα των οποίων η τροποποίηση των τίτλων τους συνεπάγεται και τροποποίηση του φυσικού τους αντικείμενου, πρέπει να είναι έργα υποδομής και αποκατάστασης των πυρόπληκτων περιοχών από τις πυρκαγιές του καλοκαιριού του 2007, όπως αυτές καθορίζονται βάσει των αριθμ. οικ./5285/Α32/31.8.2007 (ΦΕΚ 1744/Β΄), οικ/5645/Α32/12.9.2007 (ΦΕΚ 1845/Β΄), οικ.6374/Α32/10.10.2007 (ΦΕΚ 2024/Β΄) κοινών υπουργικών αποφάσεων και θα ακολουθούν τις διαδικασίες που ισχύουν για την ένταξη νέων έργων όπως αυτές περιγράφονται στις παραγράφους 3, 4, 5 και 6 της αριθμ. 55923/ΔΚΠ 353/18.12.2012 κοινής υπουργικής απόφασης.

Το συνολικό, ανά Περιφέρεια, δεσμευμένο ανώτατο όριο πιστώσεων που προέρχεται από τους πόρους του ΕΤΑΕΑ και προκύπτει από το άθροισμα των προϋπο-

λογισμών των έργων της Περιφέρειας σύμφωνα με τις αποφάσεις έγκρισης του ΕΤΑΕΑ και των αντίστοιχων ποσών που εγκρίθηκαν με την κοινή υπουργική απόφαση 55923/ΔΚΠ 353/18-12-2012, δεν αυξάνεται.

γ. Μετά την παρέλευση εξαμήνου από την έκδοση της παρούσης, ο Περιφερειάρχης υποχρεούται εντός ενός μηνός από τη λήξη του εξαμήνου να υποβάλει στο ΠΔΕ πρόταση για απένταξη των έργων, που είχαν εγκριθεί από το ΕΤΑΕΑ, είχαν ενταχθεί στο Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων (ΠΔΕ) κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του Ταμείου και δεν έχουν δημοπρατηθεί έως και τη λήξη του ως άνω εξαμήνου. Οι διαθέσιμοι πόροι που θα προκύψουν από την απένταξη των έργων αυτών θα διατεθούν με νέα κοινή υπουργική απόφαση σε νέα έργα υποδομής και αποκατάστασης των πυρόπληκτων περιοχών από τις πυρκαγιές του καλοκαιριού του 2007, όπως αυτές καθορίζονται βάσει των αριθμ. οικ./5285/Α32/31.8.2007 (ΦΕΚ 1744/Β΄), οικ/5645/Α32/12.9.2007 (ΦΕΚ 1845/Β΄) και οικ. 6374/Α32/10.10.2007 (ΦΕΚ 2024/Β΄) κοινών υπουργικών αποφάσεων».

2. Στο πρώτο εδάφιο της παραγράφου 3 του άρθρου μόνου της αριθμ. 55923/ΔΚΠ 353/18/12/2012 κοινής υπουργικής απόφασης μετά τη φράση «...από τους ΟΤΑ α΄ βαθμού» προστίθεται η φράση «και από την Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών της Περιφέρειας».

Στο ίδιο εδάφιο διαγράφεται η φράση «εντός τριών μηνών από την έκδοση της παρούσης απόφασης».

3. Στην παράγραφο 5 του άρθρου μόνου της αριθμ. 55923/ΔΚΠ353/18.12.2012 κοινής υπουργικής απόφασης διαγράφεται η δεύτερη πρόταση «Η Επιτροπή πρέπει να έχει ολοκληρώσει το έργο της ένα μήνα μετά την λήξη της προθεσμίας υποβολής των προτάσεων.».

Κατά τα λοιπά ισχύουν οι διατάξεις της αριθμ. 16729/ΔΚΠ145/14.4.2011 κοινής υπουργικής απόφασης, όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με την αριθμ. 55923/ΔΚΠ 353/18.12.2012 κοινή υπουργική απόφαση.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως

Αθήνα, 24 Οκτωβρίου 2014

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ	ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΓΚΙΚΑΣ ΧΑΡΔΟΥΒΕΛΗΣ	**ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΔΕΝΔΙΑΣ**

Αριθμ. οικ. 32592/2328 (2)

Προσδιορισμός του ύψους χρηματοδότησης του προγράμματος «Βοήθεια στο σπίτι» για το χρονικό διάστημα από 1.10.2014- 31.12.2015.

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ – ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ - ΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του άρθρου 64 του Ν. 4277/2014 (ΦΕΚ 156/τ. Α΄/2014).

2. Τις διατάξεις του άρθρου 127 του Ν. 4199/2013 (ΦΕΚ 216/τ. Α΄/2013).

3. Τις διατάξεις του άρθρου δεύτερου του Ν. 4047/2012 (ΦΕΚ 31/τ. Α΄/2012) με τις οποίες κυρώθηκε η από 31.12.2011 (Α'268) πράξη νομοθετικού περιεχομένου.

4. Τις διατάξεις του Ν. 4087/2012 (ΦΕΚ 196/τ. Α΄/2012) με τις οποίες κυρώθηκε η από 14.06.2012 πράξη νομοθετικού περιεχομένου.

5. Τις διατάξεις της παρ. 2 του άρθρου 20 του Ν. 4147/2013 (ΦΕΚ 98/τ. Α΄/2013) με τις οποίες κυρώθηκε η από 31.12.2012 πράξη νομοθετικού περιεχομένου.

6. Τις διατάξεις του άρθρου 149 του Ν. 3655/2008 (Α΄ 58) «Σύσταση του ΑΚΑΓΕ», όπως ισχύει.

7. Τις διατάξεις του άρθρου 38 του Ν. 3863/2010 (Α΄ 115) «Εισφορά Αλληλεγγύης Συνταξιούχων», όπως ισχύει.

8. Τις διατάξεις των ΠΔ/των 85/2012 (Α΄ 141) «Ίδρυση και μετονομασία Υπουργείων, μεταφορά και κατάργηση υπηρεσιών» και 86/2012 (Α΄ 141) «Διορισμός Υπουργών, Αναπληρωτών Υπουργών και Υφυπουργών».

9. Τις διατάξεις του Π.Δ. 89/2014 (ΦΕΚ 134/Α΄) περί «Διορισμού Υπουργών, Αναπληρωτών Υπουργών και Υφυπουργών.»

10. Την αριθμ. Υ48/9-7-2012 (ΦΕΚ 2105Β΄) Απόφαση του Πρωθυπουργού «Καθορισμός αρμοδιοτήτων του Αναπληρωτή Υπουργού Οικονομικών Χρήστου Σταϊκούρα».

11. Τις διατάξεις της κοινής υπουργικής απόφασης Φ.80000/οικ. 12445/2646/10-8-2012 (ΦΕΚ 2371/τ. Β΄/2012) «Κανονισμός Οικονομικής Οργάνωσης και Λογιστικής Λειτουργίας του Ασφαλιστικού Κεφαλαίου Αλληλεγγύης Γενεών (ΑΚΑΓΕ)».

12. Την ανάγκη συνέχισης των υπηρεσιών που παρέχονται σε ευάλωτες ομάδες του πληθυσμού, όπως οι εξαρτώμενοι ηλικιωμένοι πολίτες και ΑμεΑ που αντιμετωπίζουν αυξημένες ανάγκες φροντίδας ειδικά κατά τη σημερινή περίοδο οξείας κρίσης που διανύει η χώρα.

13. Το γεγονός ότι από τις διατάξεις της απόφασης αυτής προκαλείται δαπάνη εις βάρος του Κρατικού Προϋπολογισμού ύψους είκοσι εκατομμυρίων ευρώ ενώ η δαπάνη ύψους τριάντα πέντε εκατομμυρίων ευρώ θα καλυφθεί από τις πιστώσεις του Προϋπολογισμού του ΑΚΑΓΕ/Εισφορά Αλληλεγγύης Συνταξιούχων (ΕΑΣ) οικονομικού έτους 2015, αποφασίζουμε:

1. Καθορίζουμε το ύψος των πόρων που θα διατεθούν για την κάλυψη του κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών προς τους συνταξιούχους στο πλαίσιο του Προγράμματος «Βοήθεια στο σπίτι» για το χρονικό διάστημα από 1/10/2014 έως 31/12/2015 στο ποσό των εξήντα πέντε εκατομμυρίων ευρώ (65.000.000,00 €) ως εξής:

α) ποσό έως τριάντα πέντε εκατομμυρίων ευρώ (35.000.000,00 €) από το Λογαριασμό της Εισφοράς Αλληλεγγύης Συνταξιούχων που τηρείται στο ΑΚΑΓΕ. Η μεταφορά εκτελείται σύμφωνα με το άρθρο 12 της αριθμ. Φ80.000/οικ. 12445/2646 (ΦΕΚ 2371/τ. Β΄/2012) κοινής υπουργικής απόφασης των Υπουργών Οικονομικών και Εργασίας Κοινωνικής Ασφάλισης και Πρόνοιας «Κανονισμός Οικονομικής Οργάνωσης και Λογιστικής Λειτουργίας του Ασφαλιστικού Κεφαλαίου Αλληλεγγύης Γενεών (Α.Κ.Α.Γ.Ε.)»,

β) ποσό έως πέντε εκατομμυρίων ευρώ (5.000.000,00 €) από τους πόρους του τακτικού προϋπολογισμού του Υπουργείου Εργασίας Κοινωνικής Ασφάλισης και Πρόνοιας και ειδικότερα του Ειδικού Φορέα 33-220,

γ) ποσό έως δεκαπέντε εκατομμυρίων ευρώ (15.000.000,00 €) από πόρους του άρθρου 259 του Ν. 3852/2010 (ΦΕΚ 87/Α΄) του Υπουργείου Εσωτερικών και

δ) ποσό έως δέκα εκατομμυρίων ευρώ (10.000.000,00 €) από πόρους της ειδικής εισφοράς ασφαλισμένων που θεσμοθετήθηκε με το άρθρο 138 του 4052/2012 (ΦΕΚ 41/Α΄) για τη χρηματοδότηση του προγράμματος «Κατ' οίκον φροντίδα Συνταξιούχων».

2. Η διαχείριση των παραπάνω πόρων, η επικαιροποίηση του ενιαίου ηλεκτρονικού Μητρώου ωφελουμένων και οι διαδικασίες αποτελεσματικής υλοποίησης του Προγράμματος θα καθοριστούν σε προγραμματική σύμβαση που θα υπογραφεί μεταξύ των Υπουργών Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης και Πρόνοιας, Εσωτερικών, του ΙΚΑ-ΕΤΑΜ και της Ελληνικής Εταιρίας Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης Α.Ε. (Ε.Ε.Τ.Α.Α.), στην οποία σύμβαση θα περιληφθούν και ρήτρες αξιολόγησης της εφαρμογής του Προγράμματος.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως

Αθήνα, 24 Οκτωβρίου 2014

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ — ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ

ΧΡΗΣΤΟΣ ΣΤΑΪΚΟΥΡΑΣ — ΑΡΓΥΡΗΣ ΝΤΙΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΒΡΟΥΤΣΗΣ

Αριθμ. Φ.3/6/οικ.33225/2383 (3)

Μεταφορά ποσού στην Ελληνική Εταιρία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης Α.Ε. (Ε.Ε.Τ.Α.Α) για τη χρηματοδότηση λειτουργίας του προγράμματος «Βοήθεια στο σπίτι» κατά την περίοδο από 1/4/2013 έως 30/9/2013.

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ - ΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του δεύτερου άρθρου του Ν. 4087/2012 (ΦΕΚ 196/τ. Α΄/2012) Κύρωσης της Πράξης Νομοθετικού Περιεχομένου «Παράταση διάρκειας του Προγράμματος Βοήθεια στο σπίτι».

2. Τις διατάξεις του άρθρου 38 του Ν. 3863/2010 (Α΄ 115), όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει.

3. Τις διατάξεις του ΠΔ/τος 85/2012 (Α΄ 141) «Ίδρυση και μετονομασία Υπουργείων, μεταφορά και κατάργηση υπηρεσιών» 2 (ΦΕΚ Α΄ 141), όπως τροποποιήθηκε από τις διατάξεις της παρ. 2 του άρθρ. 1 του Π.Δ. 88/2012 (ΦΕΚ Α΄ 143).

4. Τις διατάξεις των ΠΔ/των 86/2012 (Α΄ 141) και 89/2014 (Α΄ 134) «Διορισμός Υπουργών, Αναπληρωτών Υπουργών και Υφυπουργών».

5. Την αριθμ. Υ48/9-7-2012 (ΦΕΚ 2105Β΄) απόφαση του Πρωθυπουργού «Καθορισμός αρμοδιοτήτων του Αναπληρωτή Υπουργού Οικονομικών Χρήστου Σταϊκούρα».

6. Τις διατάξεις της αριθμ. Φ.80000/8663/1779/15-5-2012 (Β΄ 1713) κοινής υπουργικής απόφασης «Κανονισμός Λειτουργίας της Ειδικής Επιτροπής Διαχείρισης ΑΚΑΓΕ».

7. Τις διατάξεις της αριθμ. Φ.80000/οικ. 12445/2646/10-8-2012 (Β΄ 2371) κοινής υπουργικής απόφασης «Κανονισμός Οικονομικής Οργάνωσης και Λογιστικής Λειτουργίας του Ασφαλιστικού Κεφαλαίου Αλληλεγγύης Γενεών (Α.Κ.Α.ΓΕ.)».

8. Τις διατάξεις του άρθρου 12 του Κανονισμού Οικονομικής Οργάνωσης και Λογιστικής Λειτουργίας του Ασφαλιστικού Κεφαλαίου Αλληλεγγύης Γενεών (Α.Κ.Α.ΓΕ.) » (Β΄ 2371/2012).

9. Τις διατάξεις των άρθρων 1 και 2 του άρθρου 20 του Ν. 4147/2013 (Α΄ 98), σχετικά με την παράταση του Προγράμματος «Βοήθεια στο Σπίτι» για το χρονικό διάστημα από 01.04.2013 έως την 30.09.2013 με χρηματοδότηση από πόρους του λογαριασμού της Εισφοράς Αλληλεγγύης Συνταξιούχων που τηρείται στο Ασφαλιστικό Κεφάλαιο Αλληλεγγύης Γενεών (ΑΚΑΓΕ).

10. Την αριθμ. Φ.80.000/οικ.23837/4495 (ΦΕΚ Β΄ 2139/30.08.2013) κοινή υπουργική απόφαση για τον προσδιορισμό του ύψους χρηματοδότησης του προγράμματος «Βοήθεια στο σπίτι» κατά την περίοδο από 1/4/2013 έως 30/9/2013.

11. Την αριθμ. Φ.80.000/οικ.31362/5844 (2779/Β΄/1.11.2013) κοινή υπουργική απόφαση για την μεταφορά του 85% του συνολικά εκτιμώμενου κόστους του Προγράμματος στην Ελληνική Εταιρία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης Α.Ε. (Ε.Ε.Τ.Α.Α) για τη χρηματοδότηση λειτουργίας του προγράμματος «Βοήθεια στο σπίτι» κατά την περίοδο από 1/4/2013 έως 30/9/2013.

12. Τις αριθμ. Δ32/Φ.3/6/οικ.3897/282 (563/Β΄/7.3.2014), Φ.3/6/οικ. 10780/829 (1219/Β΄/14.5.2014), Φ.3/6/οικ. 15918/1250 (1470/Β΄/6.6.2014) και Φ.3/6/οικ.23993/1806 (2455 Β΄/15.9.2014) κοινές υπουργικές αποφάσεις για την μεταφορά του ποσού των 3.536.174,87 € στην ΕΕΤΑΑ, που αποτελεί μέρος του υπολειπόμενου 15% του συνολικά εκτιμώμενου κόστους Προγράμματος.

13. Την εισήγηση της Ειδικής Επιτροπής για τη διαχείριση του Ασφαλιστικού Κεφαλαίου Αλληλεγγύης Γενεών (Α.Κ.Α.ΓΕ.) όπως διατυπώθηκε στην αριθμ. 25η/2.10.2014 συνεδρίασή της.

14. Την ανάγκη συνέχισης των υπηρεσιών που παρέχονται σε ευάλωτες ομάδες του πληθυσμού, όπως οι εξαρτώμενοι ηλικιωμένοι πολίτες και ΑμεΑ που χρήζουν αυξημένης φροντίδας ειδικά κατά τη σημερινή περίοδο οικονομικής κρίσης που διανύει η χώρα.

15. Το γεγονός ότι με βάση το αριθμ. 6/19-9-2014 πρακτικό της Επιτροπής Παρακολούθησης Προγραμματικής Σύμβασης μεταξύ των Υπουργείων Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης και Πρόνοιας, Εσωτερικών και της Ελληνικής Εταιρίας Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης Α.Ε. (Ε.Ε.Τ.Α.Α), η κάλυψη του κόστους αποπληρωμής της 2ης δόσης (3.023,32 ευρώ) και της 3ης δόσης (64.366,88 ευρώ) για τις υπηρεσίες που παρασχέθηκαν για το Πρόγραμμα «Βοήθεια στο σπίτι» για την περίοδο από 1/04/2013 έως 30/09/2013 στους συνταξιούχους των Φορέων Κοινωνικής Ασφάλισης και του Δημοσίου ανέρχεται στο ποσό των 67.390,20 ευρώ.

16. Το γεγονός ότι από τις διατάξεις της απόφασης αυτής δεν προκαλείται ουδεμία δαπάνη εις βάρος του Κρατικού Προϋπολογισμού δεδομένου ότι η δαπάνη ύψους 67.390,20 € θα καλυφθεί από τις πιστώσεις του Προϋπολογισμού του ΑΚΑΓΕ/Εισφορά Αλληλεγγύης Συνταξιούχων (ΕΑΣ) οικονομικού έτους 2014, αποφασίζουμε:

1. Εγκρίνουμε τη μεταφορά του ποσού των εξήντα επτά χιλιάδων τριακοσίων ενενήντα ευρώ και είκοσι λεπτών (€ 67.390,20) στην Ελληνική Εταιρία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης Α.Ε. (Ε.Ε.Τ.Α.Α.) για την κάλυψη του κόστους αποπληρωμής της 2ης δόσης (3.023,32 ευρώ) και της 3ης δόσης (64.366,88 ευρώ) για τις υπηρεσίες που παρασχέθηκαν για το Πρόγραμμα «Βοήθεια στο σπίτι» για την περίοδο από 1/04/2013 έως 30/09/2013 στους συνταξιούχους των Φορέων Κοινωνικής Ασφάλισης και του Δημοσίου.

2. Η μεταφορά του ποσού στην Ε.Ε.Τ.Α.Α. ΑΕ θα γίνει από τον Λογαριασμό Ταμειακής Διαχείρισης στην Τράπεζα της Ελλάδος του Ασφαλιστικού Κεφαλαίου Αλληλεγγύης Γενεών (Α.Κ.Α.ΓΕ.) - Εισφορά Αλληλεγγύης

Συνταξιούχων (Ε.Α.Σ.) αρ. λογ. 261 45 156 με την έκδοση επιταγής, σύμφωνα με το άρθρο 12 του «Κανονισμού Οικονομικής Οργάνωσης και Λογιστικής Λειτουργίας του Ασφαλιστικού Κεφαλαίου Αλληλεγγύης Γενεών (Α.Κ.Α.ΓΕ.)» (ΦΕΚ Β΄ 2371/12).

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδας Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 24 Οκτωβρίου 2014

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΧΡΗΣΤΟΣ ΣΤΑΪΚΟΥΡΑΣ	**ΙΩΑΝΝΗΣ ΒΡΟΥΤΣΗΣ**

Αριθμ. οικ. 2618 (4)

Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων.

Ο ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του άρθρου 90 του Κώδικα Νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα Κυβερνητικά όργανα, που κυρώθηκε με το άρθρο πρώτο του Π.Δ. 63/2005 (ΦΕΚ Α΄ 98).

2. Το Π.Δ. 189/2009 «Καθορισμός και ανακατανομή αρμοδιοτήτων των Υπουργείων» (ΦΕΚ Α΄ 221) και ιδίως το άρθρο 6, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 2 του Π.Δ. 24/2010 «Ανακαθορισμός των αρμοδιοτήτων των Υπουργείων και τροποποιήσεις του Π.Δ. 189/2009» (ΦΕΚ Α΄ 56).

3. Το Π.Δ. 46/2014 «Διορισμός Αναπληρωτών Υπουργών» (ΦΕΚ Α΄ 79).

4. Την αριθμ. Υ 436/2014 απόφαση του Πρωθυπουργού «Καθορισμός αρμοδιοτήτων του Αναπληρωτού Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Νικόλαου Ταγαρά» (ΦΕΚ Β΄ 831).

5. Το άρθρο 6 του Ν. 3818/2010 «Προστασία δασών και δασικών εκτάσεων του Νομού Αττικής, σύσταση Ειδικής Γραμματείας Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α΄ 17).

6. Το Π.Δ. 72/2010 «Συγκρότηση, διοικητική - οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.)» (ΦΕΚ Α΄ 132).

7. Το Ν. 4122/2013«Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α΄ 42).

8. Την αριθμ. Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (ΦΕΚ Β΄ 407).

9. Το αριθμ. 20701/23-07-2010 έγγραφο του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας.

10. Την αριθμ. οικ. 17178/30-8-2010 απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ Β΄ 1387).

11. Το αριθμ. 7261/21-2-2012 έγγραφο του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΕΕ), με το οποίο υποβλήθηκαν προς έγκριση τροποποιήσεις και προσθήκες επί των Τεχνικών Οδηγιών 20701-1/2010, 20701-3/2010, 20701-4/2010 καθώς και το κείμενο νέας Τεχνικής Οδηγίας για εγκαταστάσεις συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και ψύξης σε κτίρια.

12. Την αριθμ. οικ. 1192/2012 απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ Β΄ 1413).

13. Την κοινοποίηση 2013/213/GR σχεδίου υπουργικής απόφασης με τίτλο «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, σε εφαρμογή των διατάξεων του Π.Δ. 39/2001 «Καθιέρωση μιας διαδικασίας πληροφόρησης στον τομέα των τεχνικών προτύπων και προδιαγραφών και των κανόνων σχετικά με τις υπηρεσίες της κοινωνίας των πληροφοριών σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 98/34/ΕΚ και 98/48/ΕΚ» (ΦΕΚ Α΄ 28).

14. Το αριθμ. C(2013) 4758 final/19-7-2013 έγγραφο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με θέμα «Κοινοποίηση 2013/213/GR - Σχέδιο υπουργικής απόφασης με τίτλο «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Διατύπωση παρατηρήσεων σύμφωνα με το άρθρο 8 παράγραφος 2 της οδηγίας 98/34/ΕΚ της 22ας Ιουνίου 1998».

15. Το αριθμ. 724/2013/6-6-2014 έγγραφο της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ., σε απάντηση του 14 σχετικού.

16. Το 791/3-10-2014 μήνυμα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, με το οποίο αποδέχεται τα αναφερόμενα στο 15 σχετικό.

17. Το γεγονός ότι από την παρούσα δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του τακτικού προϋπολογισμού, αποφασίζουμε:

1. Εγκρίνουμε και ορίζουμε υποχρεωτική την εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας:

α) ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,

β) ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων»,

γ) ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών»,

δ) ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού»,

ε) ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012 «Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτίρια»,

σύμφωνα με τα συνημμένα παραρτήματα, τα οποία αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της απόφαση αυτής.

2. Η ισχύς της απόφασης αυτής αρχίζει από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβέρνησης.

3. Από την έναρξη ισχύος της παρούσης απόφασης καταργούνται οι οικ. 17178/2010 (ΦΕΚ Β΄ 1387) και οικ. 1192/2012 (ΦΕΚ Β΄ 1413) αποφάσεις του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων».

4. Πάσα αναφορά στις διατάξεις των παραπάνω καταργούμενων αποφάσεων θεωρείται εφεξής αναφορά στις διατάξεις της παρούσης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – Υ.Π.Ε.Κ.Α.

ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Γ΄ έκδοση

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

Ομάδα εργασίας που συνέταξε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc
ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΓΑΓΛΙΑ ΑΘΗΝΑ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc
ΓΙΑΝΝΑΚΙΔΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΓΙΔΑΚΟΥ ΓΑΡΥΦΑΛΛΙΑ	Χημικός Μηχανικός
ΔΗΜΟΥΔΗ ΑΡΓΥΡΩ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΔΡΟΥΤΣΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ	Φυσικός, M.Sc
ΕΥΘΥΜΙΑΔΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΖΑΧΑΡΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΗΛΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΚΑΛΛΙΑΚΟΥΔΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΑΤΣΙΜΙΧΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΤΕΝΙΑΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ	Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΛΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ ΛΕΝΑ	Αρχιτέκτονας Μηχανικός, M.Sc
ΛΑΣΚΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Πολιτικός Μηχανικός
ΜΑΛΑΧΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc
ΜΑΡΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΑΡΗΣ ΤΗΛΕΜΑΧΟΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΜΠΑΛΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΠΟΛΥΧΡΟΝΗ ΕΛΠΙΔΑ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc
ΣΑΓΙΑ ΖΩΗ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΣΩΦΡΟΝΗΣ ΗΛΙΑΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΤΣΑΓΚΡΑΣΟΥΛΗΣ ΑΡΗΣ	Δρ. Φυσικός
ΤΣΙΚΑΛΟΥΔΑΚΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΧΑΣΑΠΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, M.Sc

Συνεργάστηκαν:

ΑΒΔΕΛΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός Υλικών
ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΒΑΦΙΑΣ ΙΩΑΝΝΗ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΒΙΡΒΙΛΗ ΕΙΡΗΝΗ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΓΕΩΡΓΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	Αρχιτέκτονας Μηχανικός
ΓΡΑΨΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Αρχιτέκτονας Μηχανικός, MPhil
ΔΙΑΛΥΝΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΑΡΑΓΙΩΡΓΑΣ ΜΙΧΑΗΛ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΡΗΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΟΥΗ ΜΑΡΙΑ	Δρ. Χημικός Μηχανικός
ΚΟΥΤΣΙΚΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΛΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΛΥΚΟΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΜΑΝΑΣΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΟΥΜΟΥΡΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Αρχιτέκτονας Μηχανικός
ΠΑΠΑΓΡΗΓΟΡΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΠΕΡΔΙΟΣ ΣΤΑΜΑΤΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΣΑΡΡΗ ΕΚΑΤΗ	Πολιτικός Μηχανικός
ΤΟΠΑΛΗΣ ΦΡΑΓΚΙΣΚΟΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός
ΤΣΙΠΗΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Πολιτικός Μηχανικός
ΦΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΙΝΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η Χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους Πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία, σύμφωνα με τον Νόμο 3661/2008.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή του Νόμου υπήρξε η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το Προεδρικό Διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των Ενεργειακών Επιθεωρητών των Κτηρίων.

Η προσπάθεια έκδοσής τους διήρκησε συνολικά τρία χρόνια και έχει πια ολοκληρωθεί. Σε αυτήν τη μακρά πορεία δοκιμάστηκαν πολλά διαφορετικά μοντέλα επιστημονικής μεθοδολογίας και άλλαξαν αμέτρητες φορές οι επιμέρους διατάξεις. Είναι αξιοσημείωτη η μεγάλη καθυστέρηση, ενώ η Χώρα, αρκετά χρόνια πριν την έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας, είχε ανενεργή πλήρη πρόταση και κανονισμό (ΚΟΧΕΕ).

Το ΤΕΕ, ως τεχνικός Σύμβουλος της Πολιτείας και εκπροσωπώντας τα 106.000 πλέον Μέλη του, συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κ.Εν.Α.Κ και των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Για τον λόγο αυτόν, ενεργοποίησε πάνω από εκατό επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων οι οποίοι ανέπτυξαν και ολοκλήρωσαν τις παραπάνω οδηγίες και έθεσαν τις βάσεις, ώστε τα οφέλη του εγχειρήματος εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πολλαπλά, δηλαδή

- να είναι η ενεργειακή επιθεώρηση μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος και όχι μια γραφειοκρατική, τυπική διαδικασία και
- να αλλάξει η μελέτη ενεργειακής απόδοσης τις ως σήμερα διακριτές μελέτες αρχιτεκτονικών, στατικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και να εισαγάγει στην εκπόνηση των μελετών την ουσιαστική συνεργασία και το κοινό σχεδιασμό, τη συμφιλίωση, δηλαδή, της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την τεχνολογία.

Αξίζει να επισημανθεί η καινοτομία εισαγωγής της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής Κτηρίων, μέσω του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ, στο σχεδιασμό των κτηρίων μας.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή και κυρίως εθελοντική εργασία συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ξεχωρίσω τη συμβολή των παρακάτω συναδέλφων, τους οποίους και αναφέρω αλφαβητικά:

- Γαγλία Αθηνά, ΜΜ, που καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής του ΤΕΕ κατέβαλε υπεράνθρωπες προσπάθειες
- Γιδάκου Λία, ΧΜ, στέλεχος του ΥΠΕΚΑ που στήριξε πολύπλευρα την προσπάθεια του ΤΕΕ
- Ευθυμιάδη Απόστολο, ΜΜ, και την Επιτροπή Κ.Εν.Α.Κ του ΤΕΕ, που εισήγαγαν και στήριξαν τη μέθοδο του κτηρίου αναφοράς
- Λάσκο Κώστα, ΠΜ
- Μαντά Δημήτρη, ΜΜ
- Μπαλαρά Κωνσταντίνο, ΜΜ, Διευθυντή Ερευνών Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και
- τον Αραβαντινό Δημήτρη, Αναπληρωτή Καθηγητή του ΑΠΘ,

- τα στελέχη του ΚΑΠΕ,
- τα στελέχη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το ΤΕΕ, υπερήφανο για την έως σήμερα συμβολή του, δεσμεύεται για τη συνέχιση της έκδοσης νέων ΤΟΤΕΕ και την αναβάθμιση των υπαρχόντων.

Το εγχείρημα της εξοικονόμησης ενέργειας, του μεγαλύτερου εγχώριου ενεργειακού κοιτάσματος της χώρας μας, μπορεί να αποτελέσει την αιχμή της προσπάθειάς μας για την ανάταξη του περιβάλλοντος για την αναβάθμιση των φυσικών και τεχνητών συνθηκών της ποιότητας της ζωής μας, για μια νέα παραγωγική δομή, για την ανάπτυξη της χώρας μας.

Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ

Χρήστος Σπίρτζης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα τεχνική οδηγία καθορίζονται οι εθνικές προδιαγραφές για όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, όπως αυτή ορίζεται στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010). Αυτές οι παράμετροι χρησιμοποιούνται τόσο στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, όσο και στην ενεργειακή επιθεώρησή του. Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης ο μελετητής αξιολογεί την εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών υψηλής απόδοσης στο υπό μελέτη κτήριο, προκειμένου να καθορίσει κατά περίπτωση την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου και να μπορέσει να τη βελτιώσει.

Οι προδιαγραφές για τις παραμέτρους της μεθοδολογίας ορίζονται σε εθνικό επίπεδο και διαμορφώνονται ανάλογα με τις τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην κατασκευή κτηρίων (δομικά υλικά και ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα), το προφίλ λειτουργίας των κτηρίων, τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας και τις ειδικές κλιματικές συνθήκες για κάθε περιοχή. Οι παράμετροι υποστηρίζουν την μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνουν αλλά και καθορίζουν το πλαίσιο της διαδικασίας επιθεώρησης κτηρίων και συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι παράμετροι σε κατηγορίες:

- Προδιαγραφές για τις συνθήκες λειτουργίας ανά τελική χρήση κτηρίου ή τμήματος κτηρίου όπως ωράριο λειτουργίας, επιθυμητές θερμοκρασίες χώρων, επιθυμητή σχετική υγρασία, απαιτήσεις νωπού αέρα ανά χρήση κτηρίου, κατανάλωση νερού χρήσης, θερμοκρασία νερού δικτύου, εσωτερικά κέρδη από χρήστες και συσκευές.
- Προδιαγραφές παραμέτρων για τα στοιχεία κτηριακού κελύφους όπως τεχνικά χαρακτηριστικά και θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών, τυπολογίες τοιχοποιίας, τυπολογίες ανοιγμάτων, θερμογέφυρες, σκίαση, παθητικά συστήματα κ.ά.
- Προδιαγραφές παραμέτρων για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού (Θ.Ψ.Κ.) και ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) όπως τυπικές αποδόσεις συστημάτων παραγωγής θέρμανσης, ψύξης και Ζ.Ν.Χ., απώλειες δικτύων διανομής και εκπομπής, απόδοση βοηθητικών συστημάτων Θ.Ψ.Κ. (κυκλοφορητές, αντλίες, θερμοστάτες χώρων, αντιστάθμισης κ.ά.), αποδόσεις συστημάτων ανάκτησης θερμότητας, αποδόσεις τερματικών μονάδων Θ.Ψ.Κ. κ.ά.
- Προδιαγραφές παραμέτρων για ηλεκτρολογικά & ηλεκτρονικά συστήματα και εγκαταστάσεις όπως φωτιστικές αποδόσεις συστημάτων φωτισμού, επιθυμητά επίπεδα φωτισμού ανά χρήση χώρων, αξιοποίηση φυσικού φωτισμού, απόδοση συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού & θερμότητας (Σ.Η.Θ.), αποδόσεις συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) για κτήρια (ηλιακών συλλεκτών, γεωθερμίας, ηλιακού κλιματισμού, φωτοβολταϊκών Φ/Β, κ.ά.), κατανάλωση ενέργειας από κινητήρες, αντλίες, κυκλοφορητές κ.ά., αποδόσεις κεντρικών και τοπικών διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας στα κτήρια – BEMS (θερμοστάτες, ρυθμιστές στροφών (inverter), μετρητές κ.ά.).

Η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, βασίζεται σε θεωρητικές σχέσεις κάτω από συγκεκριμένες παραδοχές και εκτιμήσεις, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας στην πραγματική του διάσταση, ο οποίος στην πράξη διαφοροποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου ανάλογα με τις δραστηριότητές του. Για κάθε κτήριο ανάλογα με την τελική του χρήση, λαμβάνονται υπόψη συγκεκριμένες παράμετροι που έχουν να κάνουν με τον ανθρώπινο παράγοντα και κυρίως με τα εσωτερικά κέρδη στα οποία συμμετέχει, καθώς επίσης και με τη σωστή χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου, όταν η λειτουργία τους δεν είναι αυτοματοποιημένη.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής επιλέγει τις παραμέτρους, δίνοντας προτεραιότητα στα στοιχεία που θα συλλέξει κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ή –στην περίπτωση νέων κτηρίων– σε αυτά που

καθορίζονται στη μελέτη εφαρμογής (αρχιτεκτονική, ηλεκτρομηχανολογική κ.ά.), προκειμένου να προσεγγίσει κατά το δυνατόν ακριβέστερα την πραγματική κατάσταση του κτηρίου. Σε κάθε περίπτωση ο επιθεωρητής ελέγχει την ισχύ των πληροφοριών που συλλέγει από τις διαθέσιμες μελέτες του κτηρίου και τις τεχνικές προδιαγραφές των εγκαταστάσεών του, προκειμένου να επιβεβαιώσει την ακρίβειά των δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει. Στις περισσότερες περιπτώσεις ενεργειακών επιθεωρήσεων, η συλλογή και προσδιορισμός των απαραίτητων δεδομένων δεν θα είναι δυνατή στο βαθμό που απαιτείται. Γι' αυτό το λόγο η παρούσα τεχνική οδηγία παρέχει τη δυνατότητα εκτίμησης αυτών των δεδομένων, που θα χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς με βάση την ισχύουσα πρακτική δόμησης που εφαρμόζεται σε εθνικό επίπεδο. Προκειμένου να περιοριστεί η εσφαλμένη εκτίμηση και εισαγωγή δεδομένων κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, ο μελετητής ή ο επιθεωρητής καλείται να επιλέξει, ανάλογα με την περίπτωση και τις ειδικές συνθήκες, τις κατάλληλες παραμέτρους.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., συντάσσει κατά περίπτωση τεχνική έκθεση, στην οποία αναφέρονται λεπτομερώς τα δεδομένα και οι παράμετροι που χρησιμοποιηθήκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, καθώς επίσης και οι σχετικές διευκρινήσεις, όπου αυτό απαιτείται.

1.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ - ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 7 του Κ.Εν.Α.Κ., κάθε νέο κτήριο, καθώς και κάθε υφιστάμενο κτήριο που ανακαινίζεται ριζικά πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κατά τα οριζόμενα στα άρθρα 6 και 7 του ν. 4122/2013. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτήριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και:

α) είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου είναι μικρότερη από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς, όπως αυτό περιγράφεται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. ή ίση με αυτήν.

β) είτε το εξεταζόμενο κτήριο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτήριο αναφοράς τόσο ως προς το κτηριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναφέρεται στα άρθρα 4 και 5 του Κ.Εν.Α.Κ., προκειμένου να προσδιοριστεί η ενεργειακή απόδοση και η κατάταξη του κτηρίου.

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, αναφέρονται στο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτηρίου, στη θερμομόνωση του κτηριακού κελύφους και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Αυτές οι ελάχιστες απαιτήσεις αναλύονται στην αντίστοιχη θεματική ενότητα της παρούσας τεχνικής οδηγίας.

Το «κτήριο αναφοράς» καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτήριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό. Στις ενότητες που ακολουθούν καθορίζονται με λεπτομέρεια τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου αναφοράς τόσο ως προς το κτηριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Καθώς η θερμότητα μεταδίδεται από τις θερμότερες προς τις ψυχρότερες περιοχές, παρατηρείται το μεν χειμώνα ψύξη των εσωτερικών χώρων λόγω μετάδοσής της προς το ψυχρότερο εξωτερικό περιβάλλον, το δε καλοκαίρι υπερθέρμανση λόγω της αντίστροφης μετάδοσης από το θερμότερο εξωτερικό περιβάλλον προς τους ψυχρότερους εσωτερικούς χώρους, αλλά και λόγω σημαντικής εισροής ηλιακής ακτινοβολίας (άμεσα ή έμμεσα) σ' αυτούς. Συνέπεια αυτής της κατάστασης είναι να καταναλώνεται ενέργεια είτε για θέρμανση το χειμώνα είτε για κλιματισμό το καλοκαίρι.

1.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., η μεθοδολογία υπολογισμών για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων, είναι ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος και βασίζεται στα ευρωπαϊκά πρότυπα όπως αυτά ισχύουν και δίνονται στον πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1. *Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων.*

Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης κτηρίου για θέρμανση και ψύξη (μηνιαία μέθοδος)		
ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.	Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης του κτηριακού κελύφους με τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος.
ΕΛΟΤ EN ISO 13789 E2 (2009)	Θερμική επίδοση κτηρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού.	Υπολογισμός των απωλειών θερμότητας κτηρίου προς το περιβάλλον μέσω των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, καθώς και μέσω του αερισμού του κτηρίου (διείσδυσης αέρα, φυσικού ή μηχανικού αερισμού).
ΕΛΟΤ EN ISO 6946 E2 (2009)	Κτηριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 13370 E2 (2009)	Θερμικές επιδόσεις κτηρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 14683 (2009)	Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.	
ΕΛΟΤ EN ISO 10211 (2009)	Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί.	
EN ISO 10077-1 (2006)	Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξωφύλλων - Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης - Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος.	
ΕΛΟΤ EN 13947 (2007)	Θερμική επίδοση τοιχοπετασμάτων - Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης.	
ΕΛΟΤ EN 15241 (2008)	Αερισμός κτηρίων - Μέθοδοι υπολογισμού ενεργειακών απωλειών σε εμπορικής χρήσης κτήρια λόγω αερισμού και διήθησης.	
ΕΛΟΤ EN ISO 15927.01 (2004)	Υγροθερμικές επιδόσεις κτηρίων - Υπολογισμός και παρουσίαση κλιματικών δεδομένων - Μέρος 1: Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές μετεωρολογικών στοιχείων	Παραδοχές και υπολογισμοί για κλιματικά δεδομένα.
ΕΛΟΤ EN 15193 (2008)	Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.	Υπολογισμός εσωτερικών κερδών από φωτισμό.

Πίνακας 1.1. *(συνέχεια). Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων.*

Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίου για θέρμανση και ψύξη - Μελέτη ενεργειακής απόδοσης (μηνιαία μέθοδος)		
ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη βάσει της ενεργειακής ζήτησης του κτηριακού κελύφους και των αποδόσεων των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 1: Γενικά.	Υπολογισμός της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης.
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.02.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 2-1: Συστήματα εκπομπών θέρμανσης χώρων.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.02.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 2-3: Συστήματα διανομής για τη θέρμανση χώρων.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-1: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα καύσης (λέβητες).	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.02 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 4-2: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων, συστήματα αντλιών θερμότητας.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 4-3: Συστήματα παραγωγής θερμότητας, θερμικά ηλιακά.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.04 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-4: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα συμπαραγωγής, ενσωματωμένα στο κτήριο.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.05 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-5: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Απόδοση και ποιότητα συστημάτων τηλεθέρμανσης και συστημάτων μεγάλου όγκου.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.06 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-6: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Φωτοβολταϊκά συστήματα.	

Πίνακας 1.1. *(συνέχεια). Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων.*

ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.04.07 (2010)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 4-7: Συστήματα παραγωγής θερμότητας χώρων, συστήματα καύσης βιομάζας.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15243 (2008)	Αερισμός κτηρίων - Υπολογισμός θερμοκρασίας χώρου και του φορτίου και της ενέργειας κτηρίων εξοπλισμένων με σύστημα κλιματισμού.	Υπολογισμός απόδοσης συστήματος ψύξης.
ΕΛΟΤ ΕΝ 15232 (2007)	Ενεργειακή λειτουργία των κτηρίων – Επίδραση του αυτοματισμού κτηρίων, των συσκευών ελέγχου και της διαχείρισης κτηρίων.	Υπολογισμός εξοικονομούμενης ενέργειας από διατάξεις αυτομάτου ελέγχου.
Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίου για ζεστό νερό χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) και φωτισμό		
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.03.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-1: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης. Χαρακτηρισμός αναγκών (απαιτήσεις άντλησης).	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης (Ζ.Ν.Χ.).
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.03.02 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-2: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, διανομή.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.03.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-3: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, παραγωγή.	
ΕΛΟΤ ΕΝ 15193 (2008)	Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για τεχνητό φωτισμό κτηρίων.

Για τους υπολογισμούς θα χρησιμοποιούνται λογισμικά, τα οποία θα αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.Επ.Εν), η οποία υπάγεται στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.). Οι παράμετροι υπολογισμού θα καθορίζονται από τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτηρίου και σύμφωνα με την παρούσα τεχνική οδηγία, καθώς επίσης και σύμφωνα με τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. των κλιματικών δεδομένων.

Η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων προσδιορίζεται με βάση τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Η μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:

- Τη χρήση του κτηρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα, αερισμό), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη διαφανείς επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.) σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.ά.). Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και υλικών του κτηριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).

- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης / κλιματισμού χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτήρια του τριτογενούς τομέα.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, εάν υπάρχουν στο κτήριο.

Επίσης στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται κατά περίπτωση η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:

- Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.).
- Ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης (Σ.Η.Θ.).
- Κεντρικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού.

Για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία τόσο στο υπό μελέτη κτήριο, όσο και στο αντίστοιχο κτήριο αναφοράς. Η πρώτη επανεξέταση επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί δύο (2) έτη από την έναρξη ισχύος του Κ.Εν.Α.Κ. Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή γίνεται με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής του πίνακα 1.2.

Πίνακας 1.2. *Συντελεστής αναγωγής της κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου σε πρωτογενή ενέργεια.*

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας ($kgCO_2/kWh$)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	----

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται ως καύσιμο πετρέλαιο κίνησης (συστήματα συμπαραγωγής, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης κ.ά.), ο συντελεστής μετατροπής του σε πρωτογενή ενέργεια είναι ο ίδιος με αυτόν του πετρελαίου θέρμανσης. Επίσης, ο συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια της βιομάζας είναι ο ίδιος τόσο για την ακατέργαστη βιομάζα (καυσόξυλα, κλαδοδέματα κ.ά.) όσο και για την τυποποιημένη βιομάζα όπως τα συσσωματώματα (pellets) κ.ά.

1.3. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτηρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσής του και εκδίδεται το «πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτηρίου - Π.Ε.Α.». Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτηρίων δίνονται στον πίνακα 1.3.

Ο δείκτης R_R είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς. Ο λόγος Τ είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου (ΕΡ) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς (R_R) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτηρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

Πίνακας 1.3. *Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.*

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
Α+	$EP \leq 0{,}33R_R$	$T \leq 0{,}33$
Α	$0{,}33R_R < EP \leq 0{,}50R_R$	$0{,}33 < T \leq 0{,}50$
Β+	$0{,}50R_R < EP \leq 0{,}75R_R$	$0{,}50 < T \leq 0{,}75$
Β	$0{,}75R_R < EP \leq 1{,}00R_R$	$0{,}75 < T \leq 1{,}00$
Γ	$1{,}00R_R < EP \leq 1{,}41R_R$	$1{,}00 < T \leq 1{,}41$
Δ	$1{,}41R_R < EP \leq 1{,}82R_R$	$1{,}41 < T \leq 1{,}82$
Ε	$1{,}82R_R < EP \leq 2{,}27R_R$	$1{,}82 < T \leq 2{,}27$
Ζ	$2{,}27R_R < EP \leq 2{,}73R_R$	$2{,}27 < T \leq 2{,}73$
Η	$2{,}73R_R < EP$	$2{,}73 < T$

Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β. Κτήρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

Όταν ένα κτήριο είναι μεικτής χρήσης, δηλαδή διαθέτει περισσότερα από ένα τμήματα που ανήκουν σε διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριας χρήσης (σύμφωνα με την παράγραφο 1.5), τότε κάθε τμήμα από αυτά εξετάζεται μεμονωμένα και αντίστοιχα, εκδίδεται πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης για κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης του κτηρίου ξεχωριστά.

Για παράδειγμα, σε κτήριο κατοικιών με ισόγειο κατάστημα θα πρέπει να εξετασθούν ξεχωριστά το κατάστημα και το τμήμα με τις κατοικίες. Θα πρέπει δηλαδή να εκδοθούν κατ' ελάχιστον δύο Π.Ε.Α., ένα για το κατάστημα και ένα για τις κατοικίες, (είτε σε μεμονωμένες πιστοποιήσεις οριζόντιων ιδιοκτησιών είτε σε κοινή πιστοποίηση ολόκληρου του κτηρίου, σύμφωνα με το άρθρο 10 του νόμου 3851/2010- ΦΕΚ 85 για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας).

1.4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

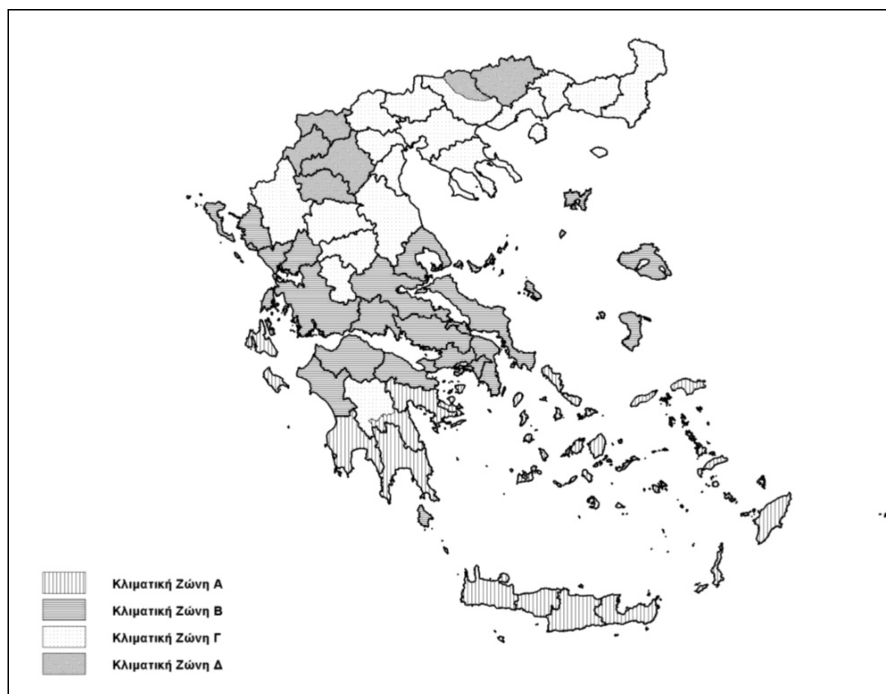
Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης. Στον πίνακα 1.4 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στο σχήμα 1.1.

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για

την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ. Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

Πίνακας 1.4. *Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς.*

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	**ΝΟΜΟΙ**
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανιών, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.



Σχήμα 1.1. *Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας*

1.5. <u>ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΤΗΡΙΩΝ</u>

Από το πεδίο εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ., σύμφωνα με την παρ.7 του άρθρου 4 του νόμου 4122/13 (ΦΕΚ42Α/19-2-13) εξαιρούνται οι ακόλουθες κατηγορίες κτηρίων:

- μνημεία,
- κτήρια προστατευόμενα ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής τους αξίας, όπως διατηρητέα και εντός παραδοσιακών οικισμών κτίρια, στο βαθμό που η συμμόρφωση προς ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης θα αλλοίωνε κατά τρόπο μη αποδεκτό το χαρακτήρα ή την εμφάνισή τους,
- κτήρια χρησιμοποιούμενα ως χώροι λατρείας,
- βιομηχανικές εγκαταστάσεις, βιοτεχνίες, εργαστήρια,
- προσωρινής χρήσης κτήρια που με βάση το σχεδιασμό τους η διάρκεια χρήσης τους δεν υπερβαίνει τα δύο (2) έτη, αποθήκες, χώροι στάθμευσης οχημάτων, πρατήρια υγρών καυσίμων, κτήρια αγροτικών χρήσεων − πλην κατοικιών − με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις και αγροτικά κτίρια − πλην κατοικιών − που χρησιμοποιούνται από τομέα καλυπτόμενο από εθνική συμφωνία που αφορά την ενεργειακή απόδοση κτιρίων,
- μεμονωμένα κτήρια, με συνολική ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη από πενήντα τετραγωνικά μέτρα (50 τ.μ.), για τα οποία ισχύουν μόνο οι ελάχιστες απαιτήσεις που αφορούν σε δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους.

Στον κτηριοδομικό κανονισμό καθορίζονται οι βασικές κατηγορίες των κτηρίων και οι επί μέρους υποκατηγορίες (χρήσεις). Προκειμένου να καθοριστούν οι συνθήκες λειτουργίας των κτηρίων ανάλογα με τη χρήση, όπως παρουσιάζονται στην ενότητα 2 της παρούσας και για τις ανάγκες του Κ.Εν.Α.Κ., στον πίνακα 1.5 καθορίζονται οι βασικές κατηγορίες και χρήσεις κτηρίων, στις οποίες θα εντάσσεται το υπό μελέτη ή επιθεώρηση κτήριο, προκειμένου να πιστοποιηθεί η ενεργειακή του απόδοση.

Πίνακας 1.5. *Ταξινόμηση των κτηρίων σύμφωνα με τη χρήση τους για τις ανάγκες της παρούσας τεχνικής οδηγίας.*

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	**Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες**
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικοτροφείο και κοιτώνας.
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.

Διευκρινίζεται ότι:

- σε περίπτωση ενιαίας χρήσης κτηρίου επιλέγεται μία από τις χρήσεις κτηρίων του πίνακα,

- σε περίπτωση μεικτής χρήσης κτηρίου με διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας (π.χ. κτήριο πολυκατοικίας με εμπορικά καταστήματα στο ισόγειο), οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση και ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου, τόσο κατά την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης όσο και κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης γίνεται ξεχωριστά για κάθε χρήση των επί μέρους τμημάτων του κτηρίου.
- σε περίπτωση που μια συγκεκριμένη χρήση κτηρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις κατηγορίες του πίνακα 1.5, τότε αναγκαστικά κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία.

Όπου στις επόμενες ενότητες αναφέρεται ο όρος «κτήριο» νοείται και «τμήμα κτηρίου», για το οποίο υπάρχει η δυνατότητα εκπόνησης χωριστής μελέτης ενεργειακής απόδοσης ή η διεξαγωγή χωριστής ενεργειακής επιθεώρησης. Προκειμένου για νέο ή ριζικά ανακαινιζόμενο κτήριο η μελέτη ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας γίνεται για το σύνολο του κτηρίου, θεωρούμενο ενιαίο, σύμφωνα με την τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σ' αυτήν την ενότητα καθορίζονται όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με τις συνθήκες λειτουργίας ενός κτηρίου και που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κτηρίου ο μελετητής ή ο επιθεωρητής καθορίζει και τον αριθμό των ανεξάρτητων θερμικών ζωνών, στις οποίες θα διαχωριστεί το κτήριο κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση.

Οι πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ενός κτηρίου μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, ανάλογα τη χρήση και τους χρήστες του κτηρίου. Επομένως, είναι απαραίτητο να καθοριστούν σε εθνικό επίπεδο οι αποδεκτές σύμφωνα με τα πρότυπα συνθήκες λειτουργίας ενός κτηρίου συγκεκριμένης χρήσης, προκειμένου να προσδιορίζεται με τους υπολογισμούς η εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας, η οποία και τελικά θα χαρακτηρίζει την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Επισημαίνεται πως οι παράμετροι συνθηκών λειτουργίας ενός κτηρίου που καθορίζονται στις επόμενες παραγράφους αναφέρονται σε ένα μεγάλο αριθμό κατηγοριών κτηρίων όπως ορίζονται στον πίνακα 1.5 και καθορίστηκαν βάσει ευρωπαϊκών προτύπων (EN ISO 13790:2008 και ΕΝ 15251:2007 κ.ά.) και άλλων διεθνών προδιαγραφών. Ωστόσο, σε ειδικές περιπτώσεις κτηρίων ή/και ειδικών χώρων κτηρίων (π.χ. χειρουργείων) που δεν αναφέρονται στην παρούσα, καθώς και σε περιπτώσεις που χρήζουν πιο λεπτομερούς αντιμετώπισης, οι συνθήκες λειτουργίας καθορίζονται από τις συνθήκες σχεδιασμού κατά περίπτωση.

Οι ειδικές συνθήκες λειτουργίας των επί μέρους χώρων ενός κτηρίου (WC, διαδρόμων, αποθηκών κ.ά.) λαμβάνονται υπόψη μόνο κατά το σχεδιασμό του κτηρίου ή κατά το σχεδιασμό της θερμικής ζώνης, ενώ κατά την μελέτη ενεργειακής απόδοσης λαμβάνεται υπόψη μια ενιαία τιμή για κάθε παράμετρο (θερμοκρασία, σχετική υγρασία κ.ά.), όπως αναφέρεται στη γενική χρήση κτηρίου στους αντίστοιχους πίνακες.

Επίσης σε όσες υποκατηγορίες κτηρίων δεν υπάρχει καθορισμένη τιμή παραμέτρων (θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας κ.ά.), λαμβάνεται υπόψη η γενική τιμή της κατηγορίας.

2.1. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Το κτήριο αναφοράς σύμφωνα με τον ορισμό του είναι ένα κτήριο με το ίδιο προφίλ και με ίδιες συνθήκες λειτουργίας με το υπό μελέτη κτήριο. Κατά συνέπεια οι συνθήκες λειτουργίας που αναφέρονται στις ακόλουθες ενότητες ισχύουν τόσο για το κτήριο αναφοράς, όσο και για το προς μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, εκτός αν για το υπό μελέτη κτήριο καθορίζεται διαφορετική τιμή για κάποια από τις παραμέτρους των υποενοτήτων των συνθηκών λειτουργίας.

Για παράδειγμα, τα επίπεδα φωτισμού καθορίζονται ανά κατηγορία και χρήση κτηρίου σε συγκεκριμένα όρια, αλλά το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο μπορεί να διαθέτει φωτιστικά με υψηλότερα επίπεδα φωτισμού από τα απαιτούμενα για την κάλυψη των αναγκών του. Σ' αυτήν την περίπτωση για το υπό μελέτη ή για το προς επιθεώρηση κτήριο τα επίπεδα φωτισμού θα διαμορφωθούν ανάλογα τα συστήματα που διαθέτει, ενώ για το κτήριο αναφοράς τα επίπεδα φωτισμού λαμβάνονται όπως ορίζονται στις εθνικές προδιαγραφές στις ακόλουθες παραγράφους.

2.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης το κτήριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- Ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο.
- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου.
- Τμήματα του κτηρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτήριο θα πρέπει να μελετάται ως μια ενιαία θερμική ζώνη ή να διακριτοποιείται (να διαχωρίζεται) κατά περίπτωση σε περισσότερες θερμικές ζώνες. Εφόσον διακριτοποιηθεί ένα κτήριο σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, υπάρχει η δυνατότητα βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων να εκπονηθεί η μελέτη ενεργειακής απόδοσης με ή χωρίς συνυπολογισμό της θερμικής σύζευξης μεταξύ των θερμικών ζωνών. Δεδομένου ότι η θερμική σύζευξη των ζωνών πολλαπλασιάζει σημαντικά τόσο την είσοδο των δεδομένων στο μοντέλο του κτηρίου, όσο και τον υπολογιστικό χρόνο, χωρίς ωστόσο αντίστοιχα να επιτυγχάνει σημαντική βελτίωση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων, για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης είναι σκόπιμο να ακολουθείται ο υπολογισμός χωρίς σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών.

Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010) και το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790:2009 επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K (4 ^oC) σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτηρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).
- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτήριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες. Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτήριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Υπάρχουν χώροι, στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού) καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του όγκου του κτηρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την κατανάλωση στο υπόλοιπο κτήριο, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες. Επίσης, δευτερεύοντες βοηθητικοί χώροι που δεν θερμαίνονται και που συνδέονται λειτουργικά με μια θερμική ζώνη (π.χ. αποθηκευτικός χώρος εντός διαμερίσματος, ψευδοροφή που διαχωρίζεται από το θερμαινόμενο χώρο με δομικό στοιχείο που δεν είναι θερμομονωμένο) λαμβάνονται ως τμήμα της θερμικής ζώνης.

Ο διαχωρισμός του κτηρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του μελετητή ή του επιθεωρητή και μπορεί να βασιστεί στους εθνικούς κανονισμούς και τις σχετικές τεχνικές οδηγίες. Ωστόσο, για τις ανάγκες της ενεργειακής μελέτης και της ενεργειακής επιθεώρησης η ακρίβεια των υπολογισμών δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτηρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που συστήνεται να επιλέγονται βάσει των παραπάνω κανόνων. Γι' αυτό το λόγο καλό είναι ο διαχωρισμός του κτηρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Αν το κτήριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη.

Στο πλαίσιο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου καθορίζονται και οι θερμαινόμενοι χώροι (ή θερμικές ζώνες) και οι μη θερμαινόμενοι χώροι (Μ.Θ.Χ.) καθώς και οι ηλιακοί χώροι (π.χ. αίθρια), που γειτνιάζουν και έχουν θερμική σύζευξη με τους θερμαινόμενους χώρους. Οι μη θερμαινόμενοι και οι ηλιακοί χώροι του κτηρίου είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι, χωρίς απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Κατά τους υπολογισμούς, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων και των ηλιακών χώρων θεωρούνται μηδενικά. Ωστόσο, συμμετέχουν δυναμικά στον υπολογισμό των απαιτούμενων φορτίων για θέρμανση και ψύξη των θερμαινόμενων χώρων (θερμικές ζώνες) και για το λόγο αυτό περιγράφονται και καθορίζονται με την ίδια ακρίβεια όπως και οι θερμικές ζώνες.

Επισημαίνεται ότι ειδικά κατά την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης τμήματος κτηρίου και μόνο (π.χ. διαμερίσματος), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, θεωρείται κατά παραδοχή ότι εφάπτεται με τον εξωτερικό αέρα. Σ’ αυτή την περίπτωση, όλα τα δομικά στοιχεία του τμήματος κτηρίου που εφάπτονται με το μη θερμαινόμενο χώρο (τοιχοποιίες, ανοίγματα κ.ά.), περιγράφονται ως εφαπτόμενα με τον εξωτερικό αέρα αλλά με συντελεστή θερμοπερατότητας (U) μειωμένο κατά το ήμισυ του υπολογιζόμενου (δηλαδή πολλαπλασιαζόμενο επί μειωτικό συντελεστή b=0,5) και με πλήρη σκίαση (μηδενικό συντελεστή σκίασης) χειμώνα και καλοκαίρι. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U γίνεται βάσει της πραγματικής θέσης του δομικού στοιχείου, δηλαδή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

2.3. ΩΡΑΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ Η ΤΩΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ

Το ωράριο λειτουργίας ενός κτηρίου ή ενός τμήματός του, που αποτελεί ανεξάρτητη θερμική ζώνη, εξαρτάται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- από τη χρήση του κτηρίου,
- από τον ανθρώπινο παράγοντα, δηλαδή από τις ιδιαιτερότητες που προσδίδουν σε κάθε γενική χρήση κτηρίου οι επιλογές και οι συνήθειες των χρηστών του,
- από τις τοπικές συνθήκες, κλιματικές, λειτουργικές (ωράρια λειτουργίας) κ.ά.

Για τις ανάγκες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου καθορίζεται ένα τυπικό ωράριο λειτουργίας κάθε κτηρίου, ανάλογα με τη γενική χρήση του. Το ίδιο ισχύει και για τμήμα κτηρίου, που αποτελεί ανεξάρτητη θερμική ζώνη υπολογισμού, με διαφορετική χρήση. Σε περιπτώσεις κτηρίων με πολλές παράλληλες χρήσεις, όταν οι χρήσεις αυτές αντιμετωπίζονται ως ανεξάρτητες θερμικές ζώνες, το τυπικό ωράριο και οι εσωτερικές θερμικές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, εσωτερικά φορτία κ.ά.), καθορίζονται για κάθε χρήση χωριστά σύμφωνα με τα οριζόμενα στον πίνακα 2.1. και ανεξάρτητα από τη βασική κατηγορία και τη γενική χρήση του κτηρίου (π.χ. οι χώροι γραφείων των νοσοκομείων, αντιμετωπίζονται ως γραφεία). Ωστόσο η μηνιαία περίοδος λειτουργίας για όλες τις

επιμέρους παράλληλες χρήσεις καθορίζεται από τη γενική χρήση του κτηρίου (π.χ. οι χώροι γραφείων ενός σχολικού κτηρίου, δεν λειτουργούν τους θερινούς μήνες που το κτήριο θεωρείται ότι είναι εκτός λειτουργίας). Στον πίνακα 2.1. δίνεται το τυπικό ωράριο λειτουργίας ανά χρήση κτηρίου ή χρήση θερμικής ζώνης.

Πίνακας 2.1. *Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτηρίων ανά χρήση.*

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	**Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών**	**Ώρες λειτουργίας**	**Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα**	**Περίοδος λειτουργίας σε μήνες**
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	18	7	12
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	24	7	12
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	12	7	ανά χρήση
	Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	24	7	ανά χρήση
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	12	7	12
	Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	15	7	12
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	6	4	12
	Θέατρο, κινηματογράφος	7	7	12
	Χώρος συναυλιών	6	7	12
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	6	7	12
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	6	5	12
	Τράπεζα	8	5	12
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	14	3	12
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	14	7	12
	Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση
	Λουτρό (κοινόχρηστο) *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	8 (Οκτ.-Μαΐ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10(Σεπτ.-Ιουν.)
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
Υγείας και	Νοσοκομείο, κλινική	24	7	12

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
κοινωνικής πρόνοια	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	24	7	12
	Χειρουργείο (τακτικό)	8	5	12
	Εξωτερικά ιατρεία	8	5	12
	Αίθουσες αναμονής	8	5	12
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	12	5	12
	Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο	24	7	12
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	8	5	11
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	24	7	12
	Αστυνομική διεύθυνση	24	7	12
Εμπορίου	Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	12	6	12
	Κατάστημα, φαρμακείο	9	6	12
	Ινστιτούτο γυμναστικής	12	6	12
	Κουρείο, κομμωτήριο	12	6	12
Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
	Βιβλιοθήκη	6	5	12

*Σημειώνεται ότι το ωράριο και η περίοδος λειτουργίας των βοηθητικών χώρων ενός κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης (κοινόχρηστα λουτρά, διάδρομοι, κλιμακοστάσια κ.ά.) είναι το ίδιο με αυτό της κύριας χρήσης (κάθε βασικής κατηγορίας: υγείας, συνάθροισης κοινού, εκπαίδευσης, εμπορίου κ.τ.λ.), την οποία εξυπηρετούν.

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτηρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περίοδοι για τη θέρμανση και ψύξη ανάλογα την κλιματική ζώνη:

- Για την Ζώνη Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για την Ζώνη Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

Επίσης για τα συστήματα μηχανικού αερισμού, ανεξαρτήτως των περιόδων θέρμανσης και ψύξης ανά κλιματική ζώνη, η περίοδος λειτουργίας τους λαμβάνεται συνεχής για όλο το τυπικό ωράριο λειτουργίας του κτηρίου.

Στην περίπτωση κτηρίων με διακοπτόμενη λειτουργία, δηλαδή με λειτουργία μικρότερη από 24 ώρες ημερησίως ή/και λειτουργία μικρότερη από 7 ημέρες εβδομαδιαίως, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, λαμβάνεται υπόψη η διακοπτόμενη λειτουργία σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790:2009. Επειδή τα κριτήρια διακοπτόμενης λειτουργίας που καθορίζονται στην παράγραφο 13.2.1.2 του προτύπου δεν έχουν προσδιοριστεί και επαληθευτεί σε εθνικό επίπεδο, δεν θα λαμβάνονται υπόψη και θα γίνεται απευθείας ο υπολογισμός του αδιάστατου συντελεστή μείωσης για διακοπτόμενη περίοδο λειτουργίας της θέρμανσης και ψύξης, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 13.2.2. του ίδιου προτύπου.

2.4. ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΧΩΡΩΝ

Ο σκοπός κάθε συστήματος θέρμανσης ή κλιματισμού είναι η επίτευξη θερμικής άνεσης στους χώρους διαμονής και δραστηριότητας των χρηστών κάθε κτηρίου. Η θερμική άνεση είναι μια σχετικά υποκειμενική κατάσταση, που επηρεάζεται από σειρά παραμέτρων και συνθηκών, οι σημαντικότερες των οποίων είναι οι ακόλουθες:

- η θερμοκρασία (ξηρού θερμομέτρου) του αέρα,
- η μέση θερμοκρασία «ακτινοβολίας» των περιβαλλουσών επιφανειών ενός χώρου, όπως αυτή διαμορφώνεται από τη θερμοκρασία των επιφανειών, τα υλικά τους (συγκεκριμένα τους συντελεστές εκπομπής τους στο μεγάλο μήκος κύματος), την εγκατεστημένη ενεργή ηλεκτρική ισχύ εξοπλισμού και τον πληθυσμό,
- η σχετική υγρασία του αέρα,
- η ένδυση των χρηστών,
- η δραστηριότητα των χρηστών,
- η ταχύτητα εσωτερικών ρευμάτων αέρα.

Προκειμένου να καθοριστούν οι τυπικές συνθήκες σχεδιασμού συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, θεωρούνται, ανάλογα με τη χρήση κάθε κτηρίου, σχεδόν σταθερές οι παράμετροι ένδυσης και δραστηριότητας των χρηστών, καθώς και οι ταχύτητες εσωτερικών ρευμάτων αέρα (που ούτως ή άλλως πρέπει να διατηρούνται στα επιβαλλόμενα όρια, προκειμένου να μην υπάρχει δυσφορία εκ μέρους των χρηστών).

Έτσι, οι απομένουσες παράμετροι, που θα διαμορφώσουν τη θερμική άνεση σε ένα χώρο, είναι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα και η θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών.

Ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και υπό την προϋπόθεση ότι η κατασκευή τηρεί τα σύγχρονα επιβαλλόμενα πρότυπα (θερμομονωτική προστασία στα δομικά στοιχεία, θερμομονωτικοί και αεροστεγανοί υαλοπίνακες κ.ά.), η θερμοκρασία επιφανειών έχει τιμές συνήθως παραπλήσιες της θερμοκρασίας του αέρα.

Απομένει τελικά να ελεγχθούν οι δύο βασικότερες παράμετροι, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του εσωτερικού αέρα, και να προσαρμοσθούν αντίστοιχα από το σύστημα θέρμανσης (μόνον η θερμοκρασία του αέρα) ή κλιματισμού (θερμοκρασία και σχετική υγρασία του αέρα), προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμική άνεση.

Σ' αυτή τη βάση, για κάθε κατηγορία κτηρίου και για κάθε ιδιαίτερη χρήση μέσα σ' αυτό, καθορίζονται οι συνθήκες σχεδιασμού, προκειμένου να επιτυγχάνεται θερμική άνεση χωρίς σπατάλη ενέργειας.

Ωστόσο, ο μελετητής ενός συστήματος, θα πρέπει, αξιολογώντας τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες κάθε περίπτωσης, να προβεί σε μικροπροσαρμογές των συνιστώμενων συνθηκών σχεδιασμού, όταν οι υπόλοιπες παράμετροι επιρροής της θερμικής άνεσης αποκλίνουν σημαντικά από τις τιμές αναφοράς, στις οποίες βασίζεται ο πίνακας.

Ως παράδειγμα αναφέρεται η περίπτωση ενός χώρου με πολύ μεγάλες επιφάνειες υαλοπινάκων. Σ' αυτήν την περίπτωση, σε λειτουργία θέρμανσης η θερμοκρασία επιφανειών είναι πολύ μικρότερη της θερμοκρασίας αέρα (και είναι τόσο μεγαλύτερη η απόκλιση όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα). Κατά συνέπεια, ο μελετητής θα πρέπει να σχεδιάσει για ελαφρώς μεγαλύτερες θερμοκρασίες αέρα από τις συνιστώμενες στον πίνακα, προκειμένου να αντισταθμίσει τη διαφορά της θερμοκρασίας επιφανειών.

Αντίστοιχα, σε περίπτωση θέρμανσης με σύστημα (πλήρους) κλιματισμού θα πρέπει να σχεδιάσει και για λίγο μειωμένη σχετική υγρασία, προκειμένου να αποφύγει συμπυκνώσεις στα εκτεταμένα υαλοστάσια.

Επίσης, σε ένα σύστημα με εκτεταμένη ακτινοβολία (π.χ. σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης με υλικά επιφάνειας υψηλής εκπομπής), μπορούν να χρησιμοποιηθούν ελαφρώς μειωμένες θερμοκρασίες σχεδιασμού, δεδομένου ότι λόγω της φύσης του συστήματος θέρμανσης η θερμοκρασία επιφανειών είναι σημαντικά μεγαλύτερη της θερμοκρασίας αέρα.

2.4.1. Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων

Η εσωτερική θερμοκρασία είναι η βασικότερη παράμετρος διαμόρφωσης της θερμικής άνεσης σε ένα χώρο. Είναι σαφές ότι, δεδομένης της υποκειμενικότητας του επιπέδου θερμικής άνεσης και των επιλογών του εκάστοτε χρήστη, η επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικών χώρων μπορεί να ποικίλλει.

Ωστόσο, για τις ανάγκες της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου πρέπει να καθοριστούν σε εθνικό επίπεδο τα επιθυμητά όρια εσωτερικής θερμοκρασίας ανά χρήση. Αυτό πρέπει να γίνει στη βάση της επίτευξης της θερμικής άνεσης με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Με βάση τις συνιστώμενες τιμές στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15251:2007 καθορίζονται και δίνονται στον πίνακα 2.2. για όλες τις κατηγορίες των κτηρίων οι τιμές θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων για τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, που θα λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Οι τιμές εσωτερικής θερμοκρασίας που δίνονται στον πίνακα 2.2., σε ορισμένες περιπτώσεις κτηρίων ή χώρων κτηρίων, διαφοροποιούνται λόγω ειδικών απαιτήσεων, όπως στις αίθουσες χειρουργείων ανάλογα το είδος επεμβάσεων, στις αίθουσες μουσείων ανάλογα το είδος εκθεμάτων κ.ά. Στις περιπτώσεις αυτές η εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (διαστασιολόγησης) των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης μπορεί να αποκλίνει από τις τιμές του πίνακα 2.2. και θα πρέπει να αιτιολογείται με σαφήνεια στην αντίστοιχη μελέτη. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων οι τιμές εσωτερικών θερμοκρασιών που χρησιμοποιούνται είναι σε κάθε περίπτωση και για κάθε χρήση αυτές που δίνονται στον πίνακα 2.2.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων με διακοπτόμενη λειτουργία, στις περιόδους εκτός τυπικού ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου, η θερμοκρασία εσωτερικών χώρων λαμβάνεται ίση με την μέση εξωτερική μηνιαία θερμοκρασία για κάθε μήνα.

2.4.2. Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων

Για το βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτήρια, εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Εξαίρεση αποτελούν τα τοπικά και ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού (αντλίες θερμότητας άμεσης εξάτμισης, διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου, τοπικές και ημικεντρικές), που συνήθως χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε μικρής σχετικά κλίμακας εφαρμογές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο έλεγχος των τιμών της σχετικής υγρασίας είναι δυνατός μόνο σε λειτουργία ψύξης.

Για κάθε κατηγορία και υποκατηγορία κλιματιζόμενων κτηρίων ή τμημάτων κτηρίων, οι τιμές σχετικής υγρασίας για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων καθορίζονται από τον πίνακα 2.2. Σε περιπτώσεις κτηρίων ή χώρων κτηρίων όπου η επιθυμητή τιμή της σχετικής υγρασίας διαφοροποιείται από τις τιμές του πίνακα 2.2. κατά τον σχεδιασμό (διαστασιολόγηση) των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης λόγω ειδικών απαιτήσεων, θα πρέπει να αιτιολογείται με σαφήνεια στην αντίστοιχη μελέτη.

Πίνακας 2.2. *Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Θερμοκρασία [°C]**		**Σχετική υγρασία [%]**	
	Χειμερινή περίοδος	**Θερινή περίοδος**	**Χειμερινή περίοδος**	**Θερινή περίοδος**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	40	45
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	35	50
Εστιατόριο	20	26	35	50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	26	35	50
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	20	26	35	50
Θέατρο, κινηματογράφος	20	26	35	50
Χώρος συναυλιών	20	26	35	50
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	20	23	35	50
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	20	26	35	45
Τράπεζα	20	26	35	45
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	20	26	35	50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	18	25	35	45
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	18	26	35	50
Λουτρό (κοινόχρηστο)	22	26	40	50
Νηπιαγωγείο	20	26	35	45
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	20	26	35	45
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45
Φροντιστήριο, ωδείο	20	26	35	45
Νοσοκομείο, κλινική	22	26	35	50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	35	50
Χειρουργείο (τακτικό)	18	20	35	55
Εξωτερικά ιατρεία	20	26	35	50
Αίθουσες αναμονής	20	26	35	50

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	22	26	40	45
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	20	26	40	45
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	26	40	45
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45
Κατάστημα, φαρμακείο,	20	26	35	45
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	26	35	45
Κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45
Γραφείο	20	26	35	45
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50

2.4.3. Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτηρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματος κτηρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτηρίου,
- τον πληθυσμό των χρηστών και
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτηρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτηρίου.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού της απαραίτητης ποσότητας νωπού αέρα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ ΕΝ 15251:2007. Για τις ανάγκες υπολογισμού του αερισμού σε μελέτες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ο πιο εύχρηστος τρόπος υπολογισμού της ανανέωσης αέρα είναι βάσει των ελάχιστων ποσοτήτων που απαιτούνται σύμφωνα με τα εξής δύο κριτήρια:

- την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής για τους χρήστες και
- την ελάχιστη ανανέωση βάσει του όγκου και της χρήσης του κτηρίου.

Σε γενική κατεύθυνση, οι απαιτήσεις νωπού αέρα ανά κατηγορία κτηρίου (χρήση) θα πρέπει να καθορίζονται έτσι, ώστε να καλύπτουν τον ελάχιστο απαιτούμενο αερισμό (m^3/h/άτομο), ανάλογα με την πυκνότητα πληθυσμού (άτομα/m^2) ανά χρήση κτηρίου. Λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις αερισμού όπως ορίζονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15251:2007, στο πρότυπο της ASHRAE 62.1-2010 και στην Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, στον πίνακα 2.3. καθορίζονται ο αριθμός ατόμων ανά 100 m^2 μεικτής δομημένης επιφάνειας, ο ενδεικνυόμενος απαιτούμενος νωπός αέρας ανά άτομο (m^3/h/άτομο) και ο ενδεικνυόμενος απαιτούμενος νωπός αέρας ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου (m^3/h/m^2) για κάθε χρήση κτηρίου ή/και χρήση θερμικής ζώνης. Αυτές οι τιμές αερισμού αποτελούν μέσες τιμές των όσων καθορίζονται στα προαναφερόμενα πρότυπα και οδηγίες και λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης

κτηρίου, τόσο κατά την εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτηρίου όσο και για την διενέργειας ενεργειακής επιθεώρησης.

Δεδομένου πως τα ισχύοντα πρότυπα αλλά και οι τεχνικές οδηγίες και οι κανονισμοί δίνουν ένα εύρος τιμών σχεδιασμού των συστημάτων αερισμού ανά χρήση, ο μελετητής, κατά την φάση σχεδιασμού του συστήματος, μπορεί να επιλέξει όποια τιμή εκτιμά πως προσιδιάζει καλύτερα στο κτήριο, αρκεί να είναι μέσα στα όρια των κανονισμών. Ωστόσο, κατά τους υπολογισμούς που διεξάγονται στο πλαίσιο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης, καθώς και της ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου, πρέπει να χρησιμοποιείται η αναφερόμενη τυπική τιμή του πίνακα 2.3. Διευκρινίζεται πως για τον υπολογισμό του απαιτούμενου αέρα για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, οι βοηθητικοί χώροι (π.χ. κλιμακοστάσια, διάδρομοι, λουτρά, αποθήκες κ.ά.) κάθε θερμικής ζώνης, θα συνυπολογίζονται με την τιμή του πίνακα 2.3. που αντιστοιχεί σε βοηθητικούς χώρους. Δηλαδή, σε θερμική ζώνη που περιλαμβάνει και βοηθητικούς χώρους (π.χ. θερμική ζώνη γραφείων συμπεριλαμβανομένων των διαδρόμων), ο υπολογισμός του απαιτούμενου αερισμού θα γίνει με άλλη τυπική τιμή για το εμβαδόν της χρήσης και με άλλη τυπική τιμή για το εμβαδόν των βοηθητικών χώρων, σύμφωνα με τον πίνακα 2.3. Επίσης στις περιπτώσεις θερμικών ζωνών που αποτελούνται μόνο από βοηθητικούς χώρους, είναι σαφές πως ο υπολογισμός του αερισμού θα γίνει βάσει της τυπικής τιμής του πίνακα 2.3. που αντιστοιχεί σε βοηθητικούς χώρους.

Επισημαίνεται ότι, στους υπολογισμούς για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου δε λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις και η παροχή νωπού αέρα σε περιπτώσεις ειδικών εφαρμογών, όπως ο τοπικός αερισμός μαγειρείων, αποθήκευσης ή συντήρησης τροφίμων, ειδικών ιατρικών εργαστηριών κ.ά., οι οποίες δεν εξυπηρετούν την κάλυψη των αναγκών αερισμού των χρηστών των χώρων.

Συνοψίζοντας, για τον αερισμό των χώρων ενός κτηρίου, σε όλες τις περιπτώσεις, ακόμη και όταν οι τιμές σχεδιασμού των συστημάτων αερισμού είναι διαφορετικές από τις τυπικές τιμές του πίνακα 2.3., ο μελετητής πρέπει:

α) να χρησιμοποιήσει τις τυπικές τιμές αερισμού του πίνακα 2.3. για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης,

β) να αγνοήσει εντελώς τις ιδιαίτερες απαιτήσεις αερισμού ειδικών εφαρμογών (όπως προαναφέρθηκε), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και

γ) στην τεχνική περιγραφή των εγκαταστάσεων αερισμού, να τεκμηριώσει με σαφήνεια και πληρότητα, τις τιμές σχεδιασμού που έχει επιλέξει. Επισημαίνεται, πως οι επιλεγείσες αυτές τιμές αερισμού θα πρέπει να βρίσκονται εντός των ορίων των κατά περίπτωση ισχυόντων κανονισμών, σχετικών τεχνικών οδηγιών και προτύπων.

Πίνακας 2.3. *Απαιτούμενος νωπός αέρα ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνιζόντων) για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Άτομα / 100 m^2 επιφ. δαπέδου**	**Νωπός αέρας [m^3/h/άτομο]**	**Νωπός αέρας [$m^3/h/m^2$]**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	5	15	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Άτομα / 100 m² επιφ. δαπέδου**	**Νωπός αέρας [m³/h/άτομο]**	**Νωπός αέρας [m³/h/m²]**
Οικοτροφείο και κοιτώνας*	10	15	1,50
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	8	15	1,20
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	25	25	6,25
Εστιατόριο	70	25	17,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	80	25	20,00
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	45	45,00
Θέατρο, κινηματογράφος	100	25	25,00
Χώρος συναυλιών	100	30	30,00
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	50	20	10,00
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	110	25	27,50
Τράπεζα	20	30	6,00
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	75	30	22,50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	75	45	33,75
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	--	--	2,6
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	6,00
Νηπιαγωγείο**	50	22	11,00
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης**	50	22	11,00
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας**	50	22	11,00
Φροντιστήριο, ωδείο**	55	22	12,10
Νοσοκομείο, κλινική*	30	35	10,50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	5,50
Χειρουργείο (τακτικό)	20	150	30,00
Εξωτερικά ιατρεία	10	50	5,00
Αίθουσες αναμονής	55	45	24,75
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	50	7,50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία*	15	25	3,75
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	25	45	11,25
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	22	4,40
Αστυνομική διεύθυνση	10	30	3,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	30	22	6,60
Κατάστημα, φαρμακείο,	14	22	3,08

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Άτομα / 100 m^2 επιφ. δαπέδου**	**Νωπός αέρας [m^3/h/άτομο]**	**Νωπός αέρας [m^3/h/m^2]**
Ινστιτούτο γυμναστικής,	15	45	6,75
Κουρείο, κομμωτήριο	15	30	4,50
Γραφείο	10	30	3,00
Βιβλιοθήκη	22	30	6,60

* Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται όταν το κτήριο εξετάζεται ενιαία και όχι κατατετμημένο σε επιμέρους θερμικές ζώνες διαφορετικών χρήσεων.

** Οι τιμές αυτές αφορούν τις αίθουσες εκπαίδευσης και όχι άλλους χώρους των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων όπως είναι τα γραφεία, διάδρομοι κ.τ.λ.

2.4.4. Στάθμη φωτισμού

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την άσκηση της προβλεπόμενης δραστηριότητά τους, χωρίς φαινόμενα που να οδηγούν στην οπτική δυσφορία ή/και κόπωση. Για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό, ο Κ.Εν.Α.Κ. καθορίζει για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια του τριτογενούς τομέα, καθώς και για τα αντίστοιχα κτήρια αναφοράς, ως ελάχιστη φωτιστική απόδοση (φωτεινή δραστικότητα) των συστημάτων γενικού φωτισμού τα 55 (lm/W).

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 12464.1:2002 δίνονται λεπτομερώς τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού ανά χρήση χώρου, καθώς και επιπρόσθετες πληροφορίες που σχετίζονται με το σχεδιασμό του συστήματος φωτισμού. Με βάση - κατά κύριο λόγο - τις προτεινόμενες τιμές του προτύπου για τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού, δίνονται στον πίνακα 2.4. οι τιμές για τη μέση ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (lx) ανά χρήση χώρου και οι τιμές για την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού (W/m^2 δομημένης επιφάνειας) του κτηρίου αναφοράς τριτογενούς τομέα, για το οποίο η φωτιστική απόδοση (φωτεινή δραστικότητα) καθορίστηκε στα 55 (lm/W). Αυτές οι τιμές, της εγκατεστημένης ισχύος των φωτιστικών ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας (W/m^2) του κτηρίου αναφοράς είναι οι μέγιστες επιτρεπόμενες για την κάλυψη της μέσης ελάχιστης στάθμης (lx) γενικού φωτισμού, για ύψος τοποθέτησης των φωτιστικών στο χώρο τα 2,6 m, καθορίστηκαν με βάση τις προτεινόμενες τιμές ανά χρήση χώρων όπως δίνονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15193:2007 και λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων του τριτογενούς τομέα.

Στο όριο τιμών της εγκατεστημένης ισχύος (W/m^2) του πίνακα 2.4. δεν περιλαμβάνονται φωτιστικά που χρησιμοποιούνται για:

- ειδικό φωτισμό ανάδειξης (π.χ. εμπορευμάτων, εκθεμάτων (μουσεία)),
- φωτισμό ασφαλείας,
- ειδικό φωτισμό χώρων ειδικής χρήσης (χειρουργείων, κινηματογράφων, θέατρων).

Ωστόσο για τις περιπτώσεις αυτές, ο μελετητής πρέπει, στη σχετική μελέτη φωτισμού να τεκμηριώνει με σαφήνεια την ανάγκη χρήσης ειδικού φωτισμού σε επιμέρους χώρους του κτηρίου και να αναφέρει την εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ του.

Πίνακας 2.4. *Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Στάθμη φωτισμού [lx]***	**Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m^2]**	**Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	6,4	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	9,6	0,8
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	8,0	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	3,2	0,5
Εστιατόριο	200	6,4	0,8
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	250	8,0	0,8
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	3,2	0,8
Θέατρο, κινηματογράφος	100	3,2	0,8
Χώρος συναυλιών	100	3,2	0,8
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	6,4	0,8
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	16,0	0,8
Τράπεζα	500	16,0	0,8
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	9,6	0,8
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	300	9,6	0,5
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	200	6,4	0,5
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	6,4	0,5
Νηπιαγωγείο	300	9,6	0,8
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	300	9,6	0,8
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	16,0	0,8
Φροντιστήριο, ωδείο	500	16,0	0,8
Νοσοκομείο, κλινική	300	9,6	0,8
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	100	3,2	0,8
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	32	0,8
Εξωτερικών ιατρείων	500	16,0	0,8
Αίθουσες αναμονής	300	9,6	0,8
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός,	500	16,0	0,8

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
κέντρο υγείας, ιατρείο			
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	300	9,6	0,8
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	300	9,6	0,8
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	300	9,6	0,8
Αστυνομική διεύθυνση	500	16,0	0,8
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	300	9,6	0,8
Κατάστημα, φαρμακείο,	500	16	0,8
Ινστιτούτο γυμναστικής	400	12,8	0,8
Κουρείο, κομμωτήριο	400	12,8	0,8
Γραφείο	500	16,0	0,8
Βιβλιοθήκη	500	16,0	0,8

* lx = lm/m².

2.5. <u>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ</u>

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) σε ένα κτήριο ή σε ένα ανεξάρτητο (λειτουργικά) τμήμα του εξαρτάται από τη χρήση του κτηρίου (ή του τμήματος) αλλά και σε σημαντικό βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι, κάθε κτήριο, ανάλογα με τη γενική του χρήση αλλά και τις συνήθειες των χρηστών του, παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. καθορίστηκε, σύμφωνα με τον πίνακα 2.5., η τυπική ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. ανά άτομο/χρήστη του υπό μελέτη κτηρίου ή της υπό μελέτη ζώνης, καθώς επίσης και η ετήσια κατανάλωση, ως εξής:

- ανά υπνοδωμάτιο για τις κατοικίες (όπου υπό τον όρο υπνοδωμάτιο πρέπει να λογίζονται όλοι οι χώροι που έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιηθούν ως υπνοδωμάτια, χωρίς λειτουργικά προβλήματα, ανεξαρτήτως της υφιστάμενης χρήση τους),
- ανά κλίνη για τα κτήρια προσωρινής διαμονής και περίθαλψης,
- ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας για όλες τις υπόλοιπες χρήσεις κτηρίων.

Οι τιμές του πίνακα 2.5. λαμβάνονται από τη διεθνή βιβλιογραφία και τις τυπικές τιμές που προτείνει το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.3.1:2008 για ορισμένες χρήσεις κτηρίων και χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. του κτηρίου. Προκειμένου για τον υπολογισμό του απαιτούμενου θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ., οι καταναλώσεις του πίνακα 2.5 αναφέρονται σε θερμοκρασία Ζ.Ν.Χ. 45°C, η οποία λαμβάνεται και κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

Σε ορισμένες χρήσεις κτηρίων, σύμφωνα με το παραπάνω πρότυπο, λόγω περιορισμένης ζήτησης η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. λαμβάνεται μηδενική για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, τόσο για την Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης, όσο και για την ενεργειακή επιθεώρηση.

Διευκρινίζεται επίσης, πως οι υπολογισμοί της κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ. γίνονται βάσει των τετραγωνικών που καταλαμβάνει η χρήση για την οποία υπάρχει απαίτηση Ζ.Ν.Χ. και όχι για το σύνολο του κτηρίου. Η επιφάνεια των κοινόχρηστων βοηθητικών χώρων των κτηρίων, π.χ. διάδρομοι,

κλιμακοστάσια, λουτρά (WC), δεν συνυπολογίζεται για τον καθορισμό των απαιτήσεων Ζ.Ν.Χ. Έτσι, στην περίπτωση που οι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι ενσωματώνονται σε μια μεγαλύτερη θερμική ζώνη, το εμβαδό τους δεν λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό της κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ., ενώ στην περίπτωση όπου οι χώροι αυτοί οριστούν ως ξεχωριστές θερμικές ζώνες, η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. λαμβάνεται μηδενική.

Σε κάθε περίπτωση, τα στοιχεία των υπολογισμών για το σχεδιασμό του συστήματος παραγωγής και διανομής Ζ.Ν.Χ. θα πρέπει να καθορίζονται με σαφήνεια, στη σχετική μελέτη διαστασιολόγησης.

Πίνακας 2.5. *Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (σε θερμοκρασία 45^oC) ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.**		**Ετήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.**	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	**ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m^2/ημέρα]**	**ανά υπνοδωμάτιο [m^3/υπν./έτος]**	**ανά δομημένη επιφάνεια [m^3/m^2/έτος]**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	--	27,38	--
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	**[ℓ/m^2/ημέρα]**	**ανά κλίνη [m^3/κλίνη/έτος]**	**[m^3/m^2/έτος]**
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	36,50	--
Α' και Β΄ κατηγορίας	80	--	29,20	--
Γ΄ κατηγορίας	60	--	21,90	--
θερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	21,23	--
Α' και Β΄ κατηγορίας	80	--	17,00	--
Γ΄ κατηγορίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	24,27	--
Α' και Β΄ κατηγορίας	80	--	19,41	--
Γ΄ κατηγορίας	60	--	14,56	--
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	60	--	21,90	--
θερινής λειτουργίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας	60	--	14,56	--
Οικοτροφείο και κοιτώνας	50	--	18,25	--
Εστιατόριο**	8	5,60	--	2,04
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο**	2	1,60	--	0,58
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	3	3,00	--	0,62
Θέατρο, κινηματογράφος	--	--	--	--
Χώρος συναυλιών	--	--	--	--
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	--	--	--	--
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	--	--	--	--

Τράπεζα	--	--	--	--
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	--	--	--	--
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο**	20	9,00	--	3,29
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	--	--	--	--
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	--	--
Νηπιαγωγείο	--	--	--	--
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	--	--	--	--
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	--	--	--	--
Φροντιστήριο, ωδείο	--	--	--	--
Νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών *	80	--	29,2	--
Νοσοκομείο άνω των 500 κλινών *	120	--	43,9	--
Κλινική*	60	--	22,0	--
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	5	0,75	--	0,2
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	50	--	18,25	--
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	5	1,25	--	0,30
Αναμορφωτήριο, φυλακή	30	6,00	--	2,19
Αστυνομική διεύθυνση, Κρατητήριο	--	--	--	--
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	--	--	--	--
Κατάστημα, φαρμακείο,	--	--	--	--
Ινστιτούτο γυμναστικής**	20	15,00	--	4,68
Κουρείο, κομμωτήριο**	3	2,25	--	0,70
Γραφείο	--	--	--	--
Βιβλιοθήκη	--	--	--	--

* Εάν η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. ενός κτηρίου (π.χ. ανά κλίνη ή ανά υπνοδωμάτιο), έχει προσδιοριστεί σε μια θερμική ζώνη του κτηρίου (π.χ. υπνοδωμάτιο), δεν πρέπει να προσδιοριστεί ξανά σε άλλη θερμική ζώνη (π.χ. εστιατόριο ξενοδοχείου).

** Στις καταναλώσεις Ζ.Ν.Χ. των χώρων αυτών έχει συνυπολογιστεί η συνεχής αλλαγή χρηστών στην διάρκεια του λειτουργικού ωραρίου και ένα ποσοστό χρηστών που δεν καταναλώνει Ζ.Ν.Χ.

Επίσης για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών για παραγωγή του απαιτούμενου ζεστού νερού χρήσης, είναι απαραίτητη και η μέση θερμοκρασία νερού δικτύου ανά κλιματική ζώνη. Η θερμοκρασία του νερού δικτύου, εξαρτάται από την μέση εξωτερική θερμοκρασία του αέρα αλλά και δευτερευόντως

από τη θερμοκρασία εδάφους στην εκάστοτε περιοχή. Στην τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. «Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές» δίνονται τυπικές τιμές για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του νερού δικτύου για διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων για ζεστό νερό χρήσης λαμβάνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας νερού δικτύου, όπως δίνονται στον πίνακα 2.6. για κάθε κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει η εκάστοτε περιοχή. Περιοχές με υψόμετρο άνω των 500 μέτρων κατατάσσονται στην αμέσως ψυχρότερη κλιματική ζώνη. Οι περιοχές της ορεινής Αρκαδίας, που έχουν ενταχθεί στη ζώνη Γ, καθώς και όλες οι περιοχές της ζώνης Δ διατηρούν τα χαρακτηριστικά της ζώνης στην οποία ευρίσκονται, ανεξαρτήτως υψομέτρου.

Πίνακας 2.6. *Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου ανά κλιματική ζώνη.*

Κλιματική Ζώνη	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Α	13,0	12,8	13,8	16,3	19,9	23,8	26,2	26,6	24,9	21,7	18,1	14,8
Β	10,4	10,1	11,7	14,8	18,9	23,1	25,6	25,8	23,5	19,7	15,5	12,2
Γ	6,5	7,3	9,4	13,2	17,6	21,9	24,3	24,6	22,0	17,7	12,7	8,6
Δ	4,2	5,0	7,5	11,5	15,7	19,8	22,2	22,7	20,2	15,9	10,8	6,6

2.6. ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ

Η παραγόμενη / εκλυόμενη θερμότητα στο εσωτερικό των κτηρίων επηρεάζει την εσωτερική θερμοκρασία των χώρων και κατά συνέπεια τα πραγματικά φορτία θέρμανσης και ψύξης. Σε ό,τι αφορά στη διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, για λόγους ασφαλείας των υπολογισμών αυτά τα εσωτερικά κέρδη αγνοούνται πλήρως στη συντριπτική πλειοψηφία των προτύπων υπολογισμού φορτίων θέρμανσης.

Ωστόσο, στο πλαίσιο της προσπάθειας για εξοικονόμηση ενέργειας, όταν αυτά τα κέρδη ή μέρος τους, είναι σταθερά και μόνιμα λόγω της λειτουργίας του κτηρίου, τότε στη διαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης το σταθερό και μόνιμο τμήμα των εσωτερικών κερδών θα πρέπει να συνυπολογίζεται.

Σε ό,τι αφορά στους υπολογισμούς φορτίων ψύξης, τα εσωτερικά κέρδη συνυπολογίζονται κανονικά, αφού αποτελούν τη βασική παράμετρο του υπολογιζόμενου ψυκτικού φορτίου. Ωστόσο, και πάλι, προκειμένου να αποφεύγονται υπερδιαστασιολογήσεις συστημάτων, τα κέρδη που συμμετέχουν στο φορτίο ψύξης θα πρέπει να υπολογίζονται ετεροχρονισμένα προσομοιάζοντας κατά το δυνατόν την πραγματική λειτουργία του κτηρίου. Δηλαδή, τα κέρδη κάθε κατηγορίας θα πρέπει να συμμετέχουν στον υπολογισμό των φορτίων ψύξης, πολλαπλασιασμένα επί έναν συντελεστή ετεροχρονισμού. Ο συντελεστής ετεροχρονισμού εκφράζει το ποσοστό του λειτουργικού χρόνου του κτηρίου, κατά τον οποίο τα εσωτερικά κέρδη πράγματι υπάρχουν.

Ανάλογα με το είδος των εσωτερικών κερδών και τη χρήση του κτηρίου, επιλέγεται ο αντίστοιχος συντελεστής ετεροχρονισμού. Εναλλακτικά και ανάλογα με τη μέθοδο υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου ενός κτηρίου, χρησιμοποιούνται και «προφίλ» ετεροχρονισμού, δηλαδή χρονοσειρές διαφορετικών τιμών ετεροχρονισμού, ανάλογα με το είδος του κέρδους, τη χρήση του κτηρίου και την περίοδο της λειτουργικής ημέρας. Τα εσωτερικά κέρδη συμπεριλαμβάνουν τρεις βασικές κατηγορίες, ως ακολούθως :

- τον ηλεκτροφωτισμό (αισθητά κέρδη),
- την έκλυση θερμότητας από τους ανθρώπους (αισθητά και λανθάνοντα κέρδη, η αναλογία των οποίων είναι συνάρτηση της δραστηριότητας των ανθρώπων) και

- τον εξοπλισμό (κατά μεγάλο ποσοστό αισθητά κέρδη στην πλειοψηφία των εφαρμογών).

Για τα εσωτερικά κέρδη από ηλεκτροφωτισμό στους υπολογισμούς λαμβάνεται υπόψη η εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών όπως αναφέρεται στην προηγούμενη παράγραφο 2.4.4., για όλες τις χρήσεις κτηρίων (τριτογενή και οικιακού τομέα). Ιδιαίτερα για τα κτήρια κατοικιών ο συνυπολογισμός των εσωτερικών κερδών από ηλεκτροφωτισμό στα φορτία του κτηρίου γίνεται βάσει του συντελεστή ετεροχρονισμού (0,1), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– λειτουργία του φωτισμού στους χώρους κατοικίας κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Η εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών (πίνακας 2.4) λαμβάνεται η ίδια, τόσο για τα το κτήριο αναφοράς όσο και για το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο.

Συνήθως στους υπολογισμούς χρησιμοποιείται μια μέση τιμή ισχύος ηλεκτροφωτισμού. Όμως η πραγματική εκλυόμενη θερμική ισχύς λόγω του ηλεκτροφωτισμού είναι συνάρτηση πολλών παραμέτρων και σε αναλυτικότερες και ακριβέστερες μελέτες, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως δεδομένο, η ισχύς που πραγματικά αντιστοιχεί στο σύστημα ηλεκτροφωτισμού. Σε επόμενο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση για τον τρόπο με τον οποίο υπολογίζεται ο πραγματικός χρόνος λειτουργίας των εγκαταστάσεων φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα, σε συνάρτηση με το διαθέσιμο φυσικό φωτισμό και τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου. Επιγραμματικά, αναφέρονται οι βασικές παράμετροι που επηρεάζουν την εκλυόμενη στο χώρο θερμική ισχύ λόγω του συστήματος ηλεκτροφωτισμού:

- είδος λαμπτήρα και φωτιστικού,
- ύψος χώρου και τοποθέτησης φωτιστικού,
- ύπαρξη ψευδοροφής,
- ύπαρξη συστήματος εξαερισμού του χώρου τοποθέτησης των φωτιστικών (αν υπάρχει ψευδοροφή).

Ακολούθως εξετάζονται οι άλλες δύο κατηγορίες εσωτερικών κερδών. Διευκρινίζεται πως για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη (από χρήστες & συσκευές), καθώς και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων χώρων δεν λαμβάνονται υπόψη και θεωρούνται μηδενικά.

2.6.1. Χρήστες κτηρίου ή θερμικής ζώνης

Κάθε άτομο ανάλογα τη δραστηριότητα του, εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου. Το αισθητό φορτίο οφείλεται στην ακτινοβολία του σώματός του και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα του στον αέρα. Η αναλογία ακτινοβολίας / μεταφοράς είναι περίπου 50-50% και φυσικά εξαρτάται από την ένδυση και τη δραστηριότητα του ατόμου. Ωστόσο, για τους απλούς υπολογισμούς στο πλαίσιο της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, η αναλογία αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά και συνήθως δεν υπεισέρχεται στους υπολογισμούς. Το λανθάνον φορτίο οφείλεται στην αναπνοή και στην εφίδρωση κάθε ανθρώπου και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο αυξάνεται η δραστηριότητα του ατόμου.

Ο συνυπολογισμός της έκλυσης θερμότητας στα φορτία του κτηρίου θα πρέπει να γίνεται βάσει συντελεστή ετεροχρονισμού (μέσου συντελεστή παρουσίας χρηστών), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– παρουσία των ατόμων στους χώρους, κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Ακόμη καλύτερα, σε αναλυτικότερους υπολογισμούς μπορούν να χρησιμοποιούνται «προφίλ» ετεροχρονισμού ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και την ώρα της ημέρας.

Στον πίνακα 2.7. καθορίζονται οι μέσες τυπικές τιμές έκλυσης θερμότητας ανά άτομο, λαμβάνοντας υπόψη την αντίστοιχη μέση δραστηριότητα των χρηστών στις διάφορες κατηγορίες κτηρίων, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790:2009 και ΕΛΟΤ ΕΝ 13779:2008. Στον ίδιο

πίνακα δίνεται και η εκπομπή θερμικής ισχύος ανά μονάδα μεικτής επιφανείας κτηρίου (W/m^2) και ο μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών, ο οποίος ορίζεται ως το ποσοστό του χρόνου, κατά το οποίο είναι παρόντες οι χρήστες στο χώρο (εκτιμάται από το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου). Οι τιμές του πίνακα 2.7. λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου.

Πίνακας 2.7. *Εκλυόμενη θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]**	**Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ. επιφάνειας [W/m^2]**	**Μέσος συντελεστής παρουσίας**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	80	4	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	75	11	1,00
θερινής λειτουργίας	75	11	0,58
χειμερινής λειτουργίας	75	11	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	75	11	1,00
θερινής λειτουργίας	75	11	0,58
χειμερινής λειτουργίας	75	11	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	75	8	1,00
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	60	5	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	80	20	1,00
Εστιατόριο	75	53	0,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	75	60	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	75	75	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	75	75	0,29
Χώρος συναυλιών	75	75	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	90	45	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	75	83	0,18
Τράπεζα	75	15	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	80	60	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	120	90	0,58
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	0	0	0
Λουτρό (κοινόχρηστο)	0	0	0
Νηπιαγωγείο	80	40	0,16
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	80	40	0,18
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,32

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ. επιφάνειας [W/m^2]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Φροντιστήριο, ωδείο	80	44	0,16
Νοσοκομείο, κλινική	90	27	1,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	70	15	0,75
Χειρουργείο (τακτικό)	90	0	0,24
Εξωτερικών ιατρείων	90	9	0,24
Αίθουσες αναμονής	80	44	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	90	14	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	80	12	1,00
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	90	23	0,22
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	80	16	1,00
Αστυνομική διεύθυνση	80	8	1,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	90	27	0,43
Κατάστημα, φαρμακείο	90	13	0,32
Ινστιτούτο γυμναστικής	90	14	0,43
Κουρείο, κομμωτήριο	90	14	0,43
Γραφείο	80	8	0,30
Βιβλιοθήκη	75	17	0,18

2.6.2. Εξοπλισμός κτηρίου ή θερμικής ζώνης

Η εκλυόμενη θερμική ισχύς από ηλεκτρικό –κατά το πλείστον– εξοπλισμό (ηλεκτρικές συσκευές) αλλά και δευτερευόντως από άλλες συσκευές, είναι η τρίτη βασική κατηγορία εσωτερικών κερδών στα κτήρια. Αυτή η ισχύς εκλύεται με ακτινοβολία και μεταφορά όπως συμβαίνει και με τις άλλες κατηγορίες εσωτερικών κερδών, σε αναλογία που εξαρτάται από το είδος της συσκευής. Η αναλογία των τμημάτων ακτινοβολίας - μεταφοράς δεν επηρεάζει ιδιαίτερα και δεν υπεισέρχεται σε απλουστευμένους υπολογισμούς. Στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών αυτά τα κέρδη εισέρχονται στο χώρο υπό τη μορφή αισθητής θερμότητας.

Λόγω της αύξησης των εφαρμογών ηλεκτρικών συσκευών και ειδικότερα της πληροφορικής και των επικοινωνιών, τα εσωτερικά κέρδη από συσκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικά, κυρίως σε χρήσεις κτηρίων εμπορικών και διοικητικών δραστηριοτήτων (γραφεία, υπηρεσίες κ.ά.).

Ο συνυπολογισμός του εξοπλισμού στα φορτία του κτηρίου γίνεται βάσει του συντελεστή ετεροχρονισμού (πίνακας 2.8.), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική –κατά μέσο όρο– λειτουργία των συσκευών στους χώρους κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790:2009 εκτιμήθηκαν και δίνονται στον πίνακα 2.8. οι μέσες τιμές ισχύος ηλεκτρικών συσκευών για κάθε τύπο κτηρίου, ο μέσος συντελεστής ετεροχρονισμού, καθώς και η μέση ετεροχρονισμένη ισχύς εξοπλισμού και ο μέσος συντελεστής πραγματικού χρόνου λειτουργίας του κτηρίου και κατά συνέπεια των ηλεκτρικών συσκευών. Οι τιμές στον πίνακα 2.8. δίνονται για κάθε τύπο κτηρίου και λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

Πίνακας 2.8. *Εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών / εξοπλισμού ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Ισχύς εξοπλισμού [W/m²]**	**Μέσος συντελεστής ετερ/σμού**	**Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m²]**	**Μέσος συντελεστής λειτουργίας**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	4	0,5	2	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	4	0,5	2	1,00
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	4	0,5	2	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	2	0,5	1	1,00
Εστιατόριο	20	0,5	10	0,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	0,5	10	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	15	0,5	7,5	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	4	0,3	1,2	0,29
Χώρος συναυλιών	4	0,5	2	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	4	0,3	1,2	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	2	0,3	0,6	0,18
Τράπεζα	2	0,3	0,6	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	4	0,25	1	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	4	0,25	1	0,58
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	0	0	0	0
Λουτρό (κοινόχρηστο)	0	0	0	0
Νηπιαγωγείο	5	0,15	0,75	0,16
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	5	0,15	0,75	0,18
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32
Φροντιστήριο, ωδείο	5	0,15	0,75	0,16
Νοσοκομείο, κλινική	15	0,5	7,5	1,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	8	0,5	4	0,75
Χειρουργείο (τακτικό)	20	0,5	10	0,24

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	**Ισχύς εξοπλισμού [W/m²]**	**Μέσος συντελεστής ετερ/σμού**	**Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m²]**	**Μέσος συντελεστής λειτουργίας**
Εξωτερικών ιατρείων	15	0,5	7,5	0,24
Αίθουσες αναμονής	0	0	0	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	0,5	7,5	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	10	0,5	5	1,00
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	15	0,3	4,5	0,22
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	4	0,2	0,8	1,00
Αστυνομική διεύθυνση	15	0,2	3	1,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	10	0,25	2,5	0,43
Κατάστημα, φαρμακείο,	10	0,2	2	0,32
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	0,3	6	0,43
Κουρείο, κομμωτήριο	20	0,3	6	0,43
Γραφείο	15	0,3	4,5	0,30
Βιβλιοθήκη	2	0,25	0,5	0,18

3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Ο ορθός σχεδιασμός ενός κτηρίου είναι το πρώτο βήμα για την ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Ο μελετητής πρέπει να σχεδιάζει το κτήριο με στόχο τη βέλτιστη ενεργειακή λειτουργία του, αξιοποιώντας όλες τις τεχνικές θωράκισης του κτηριακού κελύφους και περιορίζοντας τις θερμικές / ψυκτικές απώλειες. Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., κατά τον σχεδιασμό του κτηρίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράμετροι:

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών (κλιματικών δεδομένων, προσανατολισμού, ηλιασμού.
- Διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.
- Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (νότιων ανοιγμάτων), τοίχου μάζας, τοίχου Trombe, ηλιακού χώρου (θερμοκηπίου) κ.ά.
- Ηλιοπροστασία του κτηρίου.
- Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.
- Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

Εκτός από τις ελάχιστες απαιτήσεις σχεδιασμού θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- η χρήση του κτηρίου: κατοικία, γραφείο, εμπορικό κατάστημα κ.ά.,
- το προφίλ λειτουργίας: ωράριο, χρήστες, εσωτερικές συνθήκες κ.ά.,
- η διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων (θερμικών ζωνών) του κτηρίου που έχουν διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και εσωτερικά φορτία,
- η θερμική θωράκιση του κτηριακού κελύφους, με μόνωση δομικών στοιχείων και επιλογή κατάλληλων διαφανών στοιχείων (παραθύρων, γυάλινων προσόψεων κ.ά.),
- η δυνατότητα εφαρμογής τεχνολογιών παθητικών συστημάτων δροσισμού,
- η δυνατότητα εφαρμογής φυσικού σκιασμού του κτηρίου μέσω δενδροφύτευσης.

Στον Κ.Εν.Α.Κ. εκτός από τις ελάχιστες προδιαγραφές (απαιτήσεις) για το κτηριακό κέλυφος των νέων και ριζικώς ανακαινιζόμενων κτηρίων, ορίζονται στο άρθρο 9 και οι προδιαγραφές του κτηρίου αναφοράς, με το οποίο συγκρίνεται και αξιολογείται ενεργειακά το κτήριο. Ο μελετητής μπορεί πάντα να εφαρμόσει στο κτήριο τεχνολογίες και πρακτικές δόμησης με καλύτερες προδιαγραφές από τις ελάχιστες απαιτούμενες και από αυτές του κτηρίου αναφοράς, ώστε η τελική ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου να είναι τουλάχιστον κατηγορίας Β. Στα περισσότερα κτήρια, υπάρχει πάντα η δυνατότητα ενσωμάτωσης τεχνολογιών αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας στο κτηριακό κέλυφος και της διαμόρφωσης του μικροκλίματος με φύτευση του περιβάλλοντος χώρου.

Σ' αυτή την ενότητα καθορίζονται όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με το κέλυφος ενός κτηρίου και χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790:2009. Οι βασικότερες παράμετροι που απαιτούνται για τους υπολογισμούς αφορούν κυρίως στις θερμοφυσικές ιδιότητες των δομικών υλικών και στοιχείων (θερμοπερατότητα, θερμογέφυρες, θερμοχωρητικότητα κ.ά.), στη σκίαση και στον αερισμό του κτηρίου. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου και συγκεκριμένα για τον υπολογισμό των θερμικών ή/και ψυκτικών φορτίων του, απαιτείται ο προσδιορισμός των παραμέτρων των δομικών στοιχείων (διαφανών ή αδιαφανών) του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, τους μη θερμαινόμενους χώρους και το έδαφος.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη αρχικά τις παραμέτρους των δομικών στοιχείων και υλικών που έχουν καταγραφεί κατά την επιθεώρηση του κτηρίου ή είναι καθορισμένα στις τελικές αρχιτεκτονικές μελέτες του κτηρίου. Σε περίπτωση έλλειψης των απαραίτητων δεδομένων και μόνο τότε (κυρίως σε υφιστάμενες παλιές κτηριακές εγκαταστάσεις) γίνεται χρήση των πινάκων με ενδεικτικές τιμές για κάθε παράμετρο, που παρατίθενται στις επόμενες παραγράφους.

3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου είναι απαραίτητα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου, καθώς επάνω σε αυτά θα απεικονιστούν οι θερμικές ζώνες του κτηρίου, οι οποίες ορίστηκαν σύμφωνα με τις διατάξεις της ενότητας 2.2. και κατόπιν θα εκτιμηθούν τα γεωμετρικά δεδομένα των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων, που ορίζουν τις επιφάνειες κάθε θερμικής ζώνης. Τα γεωμετρικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τους υπολογισμούς τόσο της ενεργειακής μελέτης, όσο και της ενεργειακής επιθεώρησης είναι οι επιφάνειες όλων των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων ανά θερμική ζώνη και προσανατολισμό, τα μήκη των θερμογεφυρών που εμφανίζονται, καθώς και ο όγκος του κτηρίου.

Για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης ο μηχανικός μπορεί να στηριχθεί στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου σε επίπεδο προμελέτης. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και η αρχιτεκτονική μελέτη είναι άρρηκτα συνδεδεμένες και προχωρούν ταυτόχρονα, καθώς η διαμόρφωση του κτηριακού κελύφους καθορίζει ουσιαστικά και την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον.

Για τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης, ο ιδιοκτήτης του κτηρίου είναι υποχρεωμένος να διαθέσει στο μηχανικό αντίγραφο της αρχιτεκτονικής μελέτης και της μελέτης θερμομόνωσης που υποβλήθηκε στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, ο ιδιοκτήτης πρέπει να διαθέσει στο μηχανικό τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου (κατόψεις, τομές) «ως κατασκευασθέντος». Σε κάθε περίπτωση, η πιστότητα εφαρμογής των αρχιτεκτονικών σχεδίων πρέπει να επιβεβαιωθεί κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης με δειγματοληπτικές (π.χ. ανά όροφο κτηρίου) ή αναλυτικές μετρήσεις με τη χρήση κατάλληλων οργάνων. Σε περίπτωση απόκλισης της γεωμετρίας του κτηρίου από τα τελικά αρχιτεκτονικά σχέδια, λαμβάνεται υπόψη η σχηματική αποτύπωση γεωμετρίας του κτηρίου από τον επιθεωρητή.

Ο τρόπος υπολογισμού των γεωμετρικών στοιχείων του κτηρίου που συλλέγονται για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης και την επιθεώρηση βάσει των αρχιτεκτονικών σχεδίων αναφέρονται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.

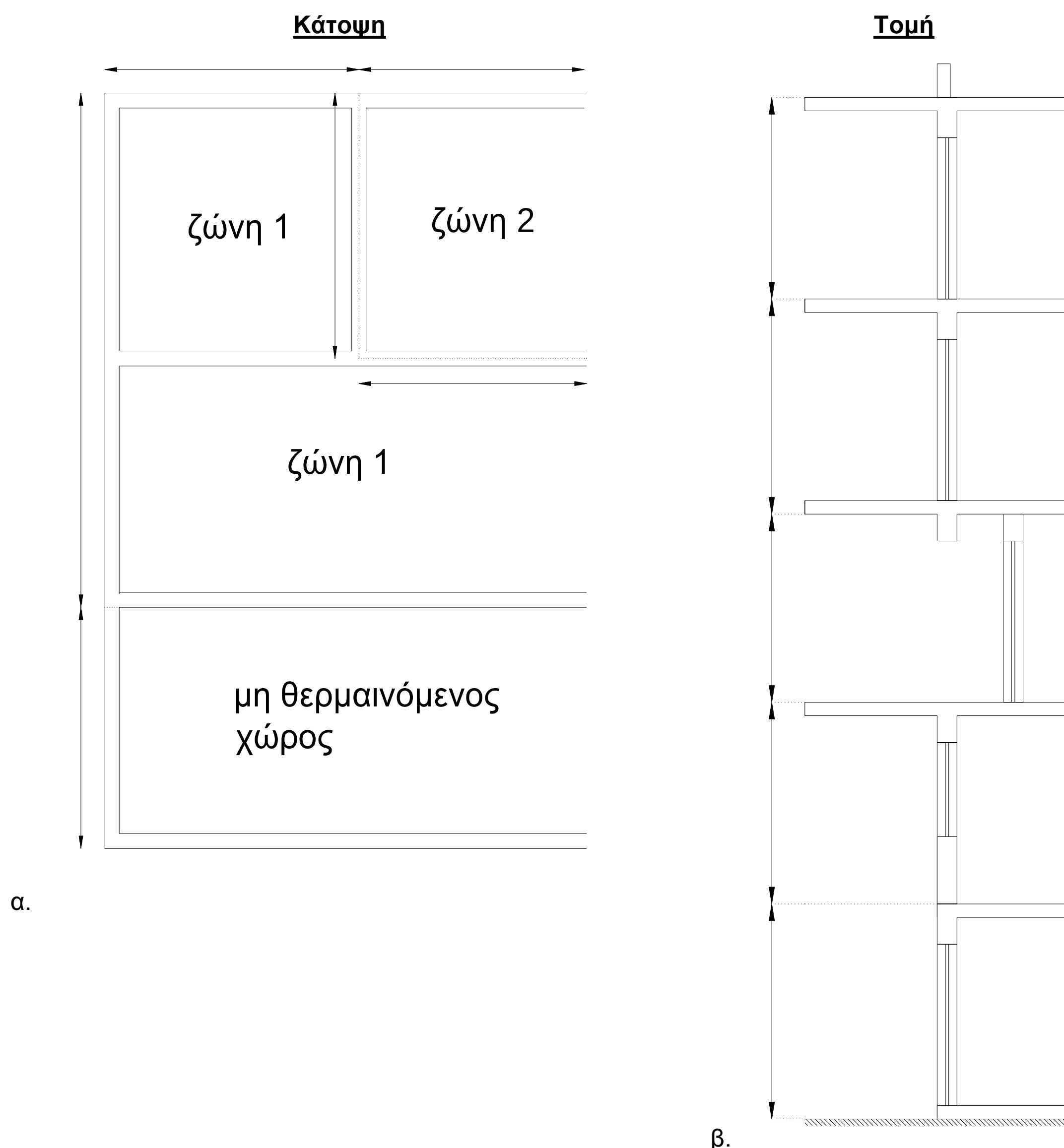
3.1.1. Ορισμός γραμμικών διαστάσεων δομικού στοιχείου

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτηρίου προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια της μελέτης. Για όλους τους υπολογισμούς γίνεται χρήση μόνον εξωτερικών διαστάσεων για όλα τα δομικά στοιχεία.

Συγκεκριμένα, τα μήκη των δομικών στοιχείων (οριζόντιες διαστάσεις) μετρώνται στις κατόψεις των ορόφων ως εξής (σχήμα 3.1α.):

- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (π.χ. τοιχοποιία) μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος) λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της εξωτερικής επιφάνειας που διαμορφώνεται μετά και την τελική της επίστρωση.
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της τελικής επιφάνειας που βρίσκεται προς την πλευρά του μη θερμαινόμενου χώρου.

- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη, η οποία είναι θερμαινόμενη, λαμβάνεται υπόψη η αξονική διάσταση του δομικού στοιχείου, ανεξάρτητα από την ύπαρξη θερμομόνωσης.



Σχήμα 3.1. *Ορισμός μέτρησης οριζόντιων και κατακόρυφων διαστάσεων.*

Οι πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων ορίζονται με βάση την αφετηρία μέτρησης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων που τα ορίζουν.

Το ύψος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (κατακόρυφες διαστάσεις) μετράται από τα σχέδια των τομών της αρχιτεκτονικής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω (σχήμα 3.1β.):

- Στους ενδιάμεσους ορόφους το ύψος ορόφου ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών σταθμών της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι επιστρώσεις του δαπέδου, ανεξαρτήτως της ύπαρξης θερμομόνωσης.

- Στον τελευταίο όροφο το ύψος ορόφου ορίζεται μεταξύ της στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας δαπέδου του ορόφου και της στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας οροφής. Στην περίπτωση ύπαρξης οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη, ως ανώτερο όριο για τη μέτρηση του ύψους ορίζεται η στάθμη της άνω επιφάνειας της πλάκας οροφής.
- Στον κατώτερο όροφο του κτηρίου το ύψος ορόφου μετράται από τη στάθμη της κάτω επιφάνειας της πλάκας δαπέδου, είτε αυτό έρχεται σε επαφή με το έδαφος είτε σε επαφή με αέρα (π.χ. πυλωτή) είτε με μη θερμαινόμενο χώρο (π.χ. υπόγειο) και της στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας οροφής.
- Σε όροφο του κτηρίου που βρίσκεται σε προεξοχή το ύψος ορόφου μετράται από τη στάθμη της κάτω επιφάνειας της πλάκας δαπέδου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα μέχρι τη στάθμη της άνω επιφάνειας της πλάκας του επόμενου ορόφου.
- Σε όροφο του κτηρίου που βρίσκεται σε εσοχή το ύψος ορόφου μετράται από την άνω στάθμη της πλάκας δαπέδου μέχρι την άνω στάθμη της πλάκας ορόφου (αν ακολουθεί άλλος όροφος) ή μέχρι την άνω στάθμη της πλάκας οροφής (αν πρόκειται για τον τελευταίο όροφο του κτηρίου).

3.1.2. Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των δομικών στοιχείων

Η επιφάνεια των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (π.χ. τοιχοποιίες, κατακόρυφα φέροντα δομικά στοιχεία κ.ά.) προσδιορίζεται από τις γραμμικές διαστάσεις τους (μήκος, ύψος), οι οποίες λαμβάνονται από τα αρχιτεκτονικά σχέδια ή από σκαριφήματα με τον τρόπο που ορίζονται στην προηγούμενη ενότητα.

Η συνολική μεικτή επιφάνεια δαπέδου ενός κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης προσδιορίζεται από τις πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων που ορίζονται σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο.

Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού, το εμβαδό του μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 3.1. ως ποσοστό επί της όψης του κτηρίου. Στον πίνακα ως «γωνιακό κτήριο» ορίζεται αυτό που έχει ελεύθερες τουλάχιστον δύο κάθετες μεταξύ τους πλευρικές όψεις, ενώ σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ορίζεται ως «μη γωνιακό κτήριο». Επίσης, για κτίσματα με έτος έκδοσης της οικοδομικής τους άδειας μετά το 1999, είναι υποχρεωτική η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού και τα εμβαδά που αυτός καταλαμβάνει στις όψεις δεν μπορούν να ληφθούν κατά απλοποιητική παραδοχή από τις τιμές του πίνακα.

Πίνακας 3.1. *Συμβατικός τρόπος υπολογισμού του εμβαδού που καταλαμβάνει ο φέρων οργανισμός του κτηρίου ως ποσοστό επί της επιφάνειας της όψης του σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωσή του φέροντος οργανισμού.*

Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας	**Τύπος κτηρίου**	**Αριθμός ορόφων**	
		έως 5	**>5**
Προ του 1981	Γωνιακό κτήριο	15%	22%
	Μη γωνιακό κτήριο	25%	30%
1981 έως 1999	Γωνιακό κτήριο	18%	25%
	Μη γωνιακό κτήριο	30%	35%

Ο προσανατολισμός μιας επιφάνειας ορίζεται ως η απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια προς την κατεύθυνση του βορρά. Οι γωνίες αζιμουθίου των επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2. *Γωνίες αζιμουθίου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους.*

Προσανατολισμός	Βόρειος	Ανατολικός	Νότιος	Δυτικός
Γωνία αζιμουθίου [º]	0	90	180	270

Η γωνία κλίσης της επιφάνειας μετράται μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακορύφου. Για παράδειγμα, μια κατακόρυφη επιφάνεια έχει κλίση 90°, ένα δώμα έχει κλίση 0º και μια πυλωτή 180º.

3.1.3. Εκτίμηση του όγκου του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης

Ο μεικτός όγκος του κτηρίου αναφέρεται στον όγκο της εξεταζόμενης θερμικής ζώνης, η οποία περικλείεται από:

- το δάπεδό της, το οποίο μπορεί να έρχεται σε επαφή με τον αέρα, το έδαφος, μη θερμαινόμενους χώρους ή άλλη θερμική ζώνη,
- τις κατακόρυφες πλευρικές επιφάνειές της, οι οποίες μπορεί να είναι σε επαφή με τον αέρα, το έδαφος, μη θερμαινόμενους χώρους ή άλλες θερμικές ζώνες και
- την επιστέγασή της.

Ως όγκος κτηρίου για τους υπολογισμούς των διαφόρων παραμέτρων (π.χ. αερισμό) ορίζεται ο μεικτός όγκος.

3.2. ΘΕΡΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

Για κάθε δομικό στοιχείο που διαχωρίζει μία θερμική ζώνη του κτηρίου με τον εξωτερικό αέρα (π.χ. τοιχοποιίες, κατακόρυφα στοιχεία φέροντος οργανισμού, επιστεγάσεις, δάπεδο επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο κ.ά.), με το έδαφος (π.χ. κατακόρυφα στοιχεία σε επαφή με το έδαφος, δάπεδο σε επαφή με το έδαφος κ.ά.), με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. τοιχοποιίες, φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, δάπεδα, οροφές σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους) θα πρέπει να προσδιοριστούν οι θερμοφυσικές ιδιότητες τόσο των επί μέρους στρώσεων που το συνθέτουν, όσο και της συνολικής διατομής.

Συγκεκριμένα στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης, για κάθε δομικό στοιχείο που αναφέρθηκε παραπάνω, υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας, U-value, με τον τρόπο που αναλύεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U (σε $W/(m^2K)$) των δομικών στοιχείων στα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.3α., όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ.

Επίσης, κατά την μελέτη ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου θα πρέπει να υπολογίζεται και ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, με τον τρόπο που αναλύεται στην ίδια σχετική τεχνική οδηγία. Ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής

θερμοπερατότητας στα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.3β., όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ.

Για την ενεργειακή επιθεώρηση, ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων προκύπτει από τη μεθοδολογία που προτείνεται στις επόμενες παραγράφους.

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα δεν ισχύει ο περιορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας (πίνακας 3.3α).

Γυάλινες προσόψεις ορίζονται τα υαλοπετάσματα, οι προθήκες των καταστημάτων, και μεγάλα διαφανή τμήματα μη ανοιγόμενα ή μερικώς ανοιγόμενα.

Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια που ενσωματώνουν στο κέλυφος παθητικά συστήματα, πέραν αυτών του άμεσου κέρδους (νότια ανοίγματα), τα συστήματα αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) ως έχουν, αλλά αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά, όπως ορίζονται στον πίνακα 3.3α.

Πίνακας 3.3α. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.*

Δομικό στοιχείο	**Σύμβολο**	**Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m².K)] — Κλιματική ζώνη**			
		Α	**Β**	**Γ**	**Δ**
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	U_{V_D}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	$U_{V\text{-}W}$	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή).	U_{V_DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	U_{V_G}	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	U_{V_WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	$U_{V\text{-}F}$	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	U_{V_GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 3.3β. *Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας U_m κτηρίου για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.*

A/V (m^{-1})	**Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U_m) σε [W/m².K]**			
	Ζώνη Α	**Ζώνη Β**	**Ζώνη Γ**	**Ζώνη Δ**
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

3.2.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς

Σύμφωνα με την παράγραφο 2(α) του άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ., τόσο στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, όσο και στην ενεργειακή επιθεώρηση ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτηρίου αναφοράς ορίζεται ίσος με το μέγιστο επιτρεπόμενο ανά δομικό στοιχείο και κλιματική ζώνη. Επίσης ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου αναφοράς U_m δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που δίνονται στον πίνακα 3.3β. Στην περίπτωση κτηρίων (κυρίως υφιστάμενων με μεγάλης επιφάνειας ανοίγματα), κατά την οποία το κτήριο αναφοράς δεν πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m, οι επί μέρους συντελεστές θερμοπερατότητας (πίνακας 3.3α.) των δομικών διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (τοιχοποιίες, οροφές, πυλωτές, ανοίγματα, γυάλινες προσόψεις) μειώνονται ταυτόχρονα με σταθερό βήμα 0,001, μέχρι ο υπολογιζόμενος συντελεστής U_m του κτηρίου αναφοράς να γίνει ίσος ή μικρότερος του αντίστοιχου για την κλιματική ζώνη μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας. Η απαίτηση για το κτήριο αναφοράς να πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m, δεν ισχύει στην περίπτωση κτηρίου αναφοράς για τμήμα κτηρίου (π.χ. διαμέρισμα).

Στην περίπτωση κτηρίου μεικτής χρήσης με διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριων χρήσεων, όπου απαιτείται η έκδοση ξεχωριστού ΠΕΑ, το κτήριο αναφοράς ορίζεται ξεχωριστά για την κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης και κατά συνέπεια ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου αναφοράς ανά χρήση πρέπει να πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m. (πίνακας 3.3.β).

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., στο κτήριο αναφοράς τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα (εκτός του άμεσου ηλιακού κέρδους) αντικαθίστανται με συμβατικά ίδιων διαστάσεων και συντελεστή θερμοπερατότητας U ίσο με το μέγιστο επιτρεπτό (πίνακας 3.3α.) της κλιματικής ζώνης, στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτήριο.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα (Π.Η.Σ.) που πιθανώς ενσωματώνονται στο εξεταζόμενο κτήριο, όπως προβλέπεται στο εδάφιο (ε) της παραγράφου 1.1. του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτήριο αναφοράς, εκτός από το σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους. Σ' αυτήν την περίπτωση, στο κτήριο αναφοράς τα ιδιαίτερα δομικά στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και δίνονται στον πίνακα 3.3α. για τους εξωτερικούς τοίχους σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

3.2.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής καλείται να εκτιμήσει τη θερμική συμπεριφορά των αδιαφανών δομικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη και το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτηρίου. Προς αυτή την κατεύθυνση κωδικοποιούνται για τον έλεγχο της ενεργειακής επιθεώρησης όλα τα κτήρια σε επί μέρους κατηγορίες, σύμφωνα με την περίοδο ανέγερσής τους και το βαθμό της θερμομονωτικής τους προστασίας.

Ειδικότερα, ως προς την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας ο διαχωρισμός γίνεται σε 3 γενικές κατηγορίες:

- **1η κατηγορία**. Περιλαμβάνει τα κτήρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (4 Ιουλίου 1979), χρονική περίοδο κατά την οποία δεν υπήρχε καμία απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των

κτηρίων. Πρακτικά, ως τυπική ημερομηνία οριοθέτησης της παραπάνω περιόδου ορίζεται η 1η Ιανουαρίου 1980.

- **2η κατηγορία**. Περιλαμβάνει τα κτήρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε κατά την περίοδο 1979 - 2010, δηλαδή στο διάστημα των 30 ετών που μεσολάβησε από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (Κ.Θ.Κ) μέχρι την ισχύ του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Σ' αυτό το διάστημα όλα τα κτήρια όφειλαν να πληρούν τις απαιτήσεις του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων. Πρακτικά, ως τυπικές ημερομηνίες οριοθέτησης της περιόδου ορίζονται:
  - η 1η Ιανουαρίου 1980 ως ημερομηνία έναρξης της περιόδου και
  - η 1η Οκτωβρίου 2010 ως ημερομηνία λήξης της περιόδου.
- **3η κατηγορία**. Περιλαμβάνει τα κτήρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2010) και τα οποία έχουν την υποχρέωση συμμόρφωσης προς τις απαιτήσεις του νέου κανονισμού. Πρακτικά, ως ημερομηνία έναρξης της περιόδου ορίζεται η 1η Οκτωβρίου 2010.

Στην τελευταία κατηγορία υπάγονται και όσα κτήρια ανεγέρθηκαν πριν από την ισχύ του Κ.Εν.Α.Κ. αλλά υπέστησαν ή πρόκειται να υποστούν, μετά την έναρξη ισχύος του νέου κανονισμού ριζική ανακαίνιση. Σύμφωνα με όσα αναφέρονται στο άρθρο 2, παρ.12 του ν. 4122/2013, κάθε επέμβαση σε κτήριο ή κτιριακή μονάδα νοείται ως «ριζική ανακαίνιση» όταν:

α) η συνολική δαπάνη της ανακαίνισης που αφορά το κέλυφος του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας ή τα τεχνικά συστήματά τους υπερβαίνει το είκοσι πέντε τοις εκατό (25%) της τρέχουσας αξίας του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας, βάσει του ελαχίστου κόστους οικοδόμησης, εξαιρουμένης της αξίας του οικοπέδου επί του οποίου έχει κατασκευαστεί το κτίριο, ή

β) υφίσταται ανακαίνιση άνω του είκοσι πέντε τοις εκατό (25%) της επιφανείας του κελύφους του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας.

Ανάλογα με την πρόνοια για θερμομονωτική προστασία του κτηρίου που έχει ληφθεί, η κάθε κατηγορία υποδιαιρέθηκε σε μικρότερες υποκατηγορίες:

- σε κτήρια χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας,
- σε κτήρια με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία,
- σε κτήρια με πλήρη θερμομονωτική προστασία σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ. ή τον Κ.Εν.Α.Κ.

Για τις ανάγκες της ενεργειακής μελέτης ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων υπολογίζεται σύμφωνα με την τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Ειδικότερα, στις περιπτώσεις κτηρίων χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασία ή με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία, στο έργο του ενεργειακού επιθεωρητή μπορεί να λειτουργήσει βοηθητικά ο πίνακας 3.4. (3.4α. και 3.4β.), στον οποίο καταγράφονται τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U των αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής, κατά τον έλεγχο, έχει δύο δυνατότητες:

- είτε να θεωρήσει αυτές τις τιμές του πίνακα 3.4. (3.4α. και 3.4β.)
- είτε να υπολογίσει ο ίδιος τους συντελεστές σύμφωνα με όσα προβλέπει ο Κ.Εν.Α.Κ. για τον υπολογισμό της θερμομονωτικής επάρκειας κάθε δομικού στοιχείου και του συνόλου του κτηρίου, με την προϋπόθεση πάντα ότι έχει στη διάθεσή του όλα τα απαιτούμενα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών των δομικών στοιχείων (π.χ. πάχος στρώσεων δομικού στοιχείου, ποιότητα υλικών κ.ά.) και εφόσον η ορθότητά τους είναι αναμφισβήτητη.

Τότε ο υπολογισμός οφείλει να γίνει σύμφωνα με τις τιμές των μεταβλητών που δίνει ο Κ.Εν.Α.Κ. και όχι ο προγενέστερος κανονισμός (Κ.Θ.Κ.).

Πίνακας 3.4α. *Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979).*

Περιγραφή στοιχείου	**Χωρίς θερμομονωτική προστασία**			**Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.**		
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία	**Σε επαφή με αέρα**	**Σε επαφή με μη θερμαινόμ. χώρο**	**Σε επαφή με έδαφος**	**Σε επαφή με αέρα**	**Σε επαφή με μη θερμαινόμ. χώρο**	**Σε επαφή με έδαφος**
	[W/(m²·K)]	**[W/(m²·K)]**	**[W/(m²·K)]**	**[W/(m²·K)]**	**[W/(m²·K)]**	**[W/(m²·K)]**
Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)						
Ανεπίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	–	1,00	0,90	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)						
Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	2,30	1,90	2,55	0,85	0,80	0,90
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	2,20	1,85	–	0,85	0,80	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	1,90	1,60	2,05	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,10	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	2,25	1,85	2,45	0,85	0,80	0,85
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,55	1,35	1,65	0,70	0,70	0,75
Δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,25	2,50	3,75	0,95	0,90	1,00
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,05	2,40	–	0,95	0,85	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,50	2,00	2,75	0,85	0,80	0,90
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,80	2,25	3,20	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	3,10	2,40	3,55	0,95	0,85	1,00
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή	1,90	1,65	2,05	0,80	0,75	0,85

άλλες πλάκες.						
Αργολιθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	4,25	3,10	5,00	1,05	0,95	1,10
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,85	2,85	–	1,00	0,95	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,85	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	4,10	3,00	4,95	1,00	0,95	1,05
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,30	1,95	2,60	0,85	0,80	0,90

Πίνακας 3.4β. *Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979).*

Περιγραφή στοιχείου	**Χωρίς θερμομονωτική προστασία**			**Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.**		
Οριζόντια δομικά στοιχεία	**Σε επαφή με αέρα**	**Σε επαφή με μη θερμαινόμ. χώρο**	**Σε επαφή με έδαφος**	**Σε επαφή με αέρα**	**Σε επαφή με μη θερμαιν. χώρο**	**Σε επαφή με έδαφος**
	[W/(m²·K)]	**[W/(m²·K)]**	**[W/(m²·K)]**	**[W/(m²·K)]**	**[W/(m²·K)]**	**[W/(m²·K)]**
Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3,05	–	–	0,95	–	–
Αντεστραμμένου τύπου δώμα.	–	–	–	0,95	–	–
Αεριζόμενο δώμα.	–	3,70	–	1,00	–	–
Φυτεμένο δώμα.	1,20	–	–	0,70	–	–
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3,70	–	–	1,00	–	–
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο χώρο.	–	2,90	–	–	0,90	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.	4,70	–	–	1,05	–	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.	4,25	–	–	1,00	–	–
Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2,75	–	–	0,90	–	–
Επί εδάφους.	–	–	3,10	–	–	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	–	2,00	–	–	0,80	–

Όταν ένα δομικό στοιχείο δεν συμπεριλαμβάνεται στον πίνακα 3.4. (3.4α. ή 3.4β.), ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να επιλέξει την τιμή της πλησιέστερης προς αυτό διατομής του πίνακα.

Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη θερμομόνωσης, υπογεγραμμένη από μηχανικό και κατατεθειμένη σε διεύθυνση πολεοδομίας και η εφαρμογή της μελέτης δεν τίθεται εμφανώς υπό αμφισβήτηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει τη μελέτη και να λάβει ως δεδομένες τις τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U (ή k του Κ.Θ.Κ.) της μελέτης.

Επίσης, εάν ο ιδιοκτήτης προσκομίσει στον επιθεωρητή έγγραφα αποδεικτικά στοιχεία, που αναμφισβήτητα αποδεικνύουν ότι τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν έχουν καλύτερες τιμές των προδιαγραφόμενων στον Κ.Θ.Κ. που αναφέρονται στον πίνακα 3.5. (π.χ. καλύτερη τιμή λ κάποιου υλικού), ο επιθεωρητής οφείλει να διεξαγάγει τον έλεγχο βάσει αυτών των στοιχείων.

Πίνακας 3.5. *Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979) για τις τρεις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα*

Δομικό στοιχείο	**Συντελεστής θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979)**		
	Α	**Β**	**Γ**
	[W/(m^2·K)]	**[W/(m^2·K)]**	**[W/(m^2·K)]**
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές, πυλωτές).	0,50	0,50	0,50
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	0,70	0,70	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	3,00	1,90	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους .	3,00	1,90	0,70

Ως τέτοια αποδεικτικά στοιχεία που πιστοποιούν την ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών μπορούν, για παράδειγμα, να θεωρηθούν:

- Η πιστοποίηση που είχε για τα προϊόντα της μια εταιρεία και αποδεικνύεται με τιμολόγια αγοράς η δελτία αποστολής ότι αυτά τα υλικά χρησιμοποιήθηκαν για την ανέγερση του επιθεωρούμενου κτηρίου. Αντιθέτως, δεν θεωρούνται ως αποδεικτικά στοιχεία οι βεβαιώσεις ή άλλα πιστοποιητικά που εκδίδονται εκ των υστέρων, προκειμένου να τεκμηριώσουν την ποιότητα των υλικών που είχαν παλαιότερα χρησιμοποιηθεί.
- Συμβολαιογραφική πράξη, ιδιωτικό συμφωνητικό ή οποιοδήποτε άλλο επίσημο έγγραφο μεταξύ πωλητή και αγοραστή του κτηρίου, από το οποίο σαφώς προκύπτει και χωρίς περιθώρια αμφισβήτησης η ποιότητα και τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των χρησιμοποιηθέντων υλικών.
- Το αποτέλεσμα διερευνητικής τομής που θα γίνει σε επί μέρους δομικά στοιχεία, εφόσον το απαιτήσει ο ιδιοκτήτης. Σ' αυτήν την περίπτωση το οικονομικό κόστος διενέργειας της τομής και αποκατάστασης της φθοράς αναλαμβάνει εξ ολοκλήρου ο ιδιοκτήτης.
- Η θερμοφωτογραφική αποτύπωση των δομικών στοιχείων με την προϋπόθεση ότι θα γίνει σύμφωνα με όλες τις σχετικές επιστημονικές προδιαγραφές. Το οικονομικό κόστος της θερμοφωτογραφικής αποτύπωσης αναλαμβάνει εξ ολοκλήρου ο ιδιοκτήτης.

Σε περίπτωση που με βάση το στέλεχος έκδοσης οικοδομικής άδειας αποδεικνύεται ότι υπήρξε και κατατέθηκε, στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας, μελέτη θερμομονωτικής προστασίας ή μελέτη ενεργειακής απόδοσης και δεν συντρέχει εμφανής λόγος αμφισβήτησης της εφαρμογής της, αλλά ωστόσο δεν υφίσταται πλέον η ίδια η μελέτη (λόγω απώλειας, καταστροφής κ.τ.λ.), τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι υποχρεωμένος να διεξαγάγει την επιθεώρηση, λαμβάνοντας ως τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U των επί μέρους δομικών στοιχείων τις μέγιστες επιτρεπόμενες του ισχύοντος κατά την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας κανονισμού (k_{max} του Κ.Θ.Κ. ή U_{max} του Κ.Εν.Α.Κ.).

Σε κτήρια που ανεγείρονται ή ριζικώς ανακαινίζονται μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. είναι απαραίτητο, για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, να προσκομισθούν στον ενεργειακό επιθεωρητή ως στοιχεία που διασφαλίζουν την ορθή τήρηση του κανονισμού:

- Η υπογεγραμμένη από το μηχανικό μελέτη ενεργειακής απόδοσης που κατατέθηκε στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας.
- Τα δελτία αποστολής των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη θερμομονωτική προστασία του κτηρίου κατά την ανέγερση ή ανακαίνισή του και στα οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφεται ο τύπος των υλικών και να συνοδεύονται από τα απαραίτητα πιστοποιητικά.
- Φωτογραφικό υλικό κατά την φάση κατασκευής στο οποίο θα φαίνεται με ευκρίνεια ο τρόπος τοποθέτησης και το είδος της θερμομόνωσης που εφαρμόστηκε στο κτηριακό κέλυφος. Σε τουλάχιστον μία φωτογραφία θα πρέπει να παρουσιάζεται μια γενική άποψη του κτηρίου.

Συνοπτικά τα παραπάνω καταγράφονται στον πίνακα 3.6. Συγκεκριμένα, σ' αυτόν καταγράφονται κατά κατηγορία και υποκατηγορία κτηρίων ο τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας U (ή του k σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ.) και ο τρόπος υπολογισμού των θερμογεφυρών, ούτως ώστε ο ενεργειακός επιθεωρητής να έχει έναν κατευθυντήριο οδηγό στο έργο του.

Αναλυτικά, η εκτίμηση του συντελεστή θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων γίνεται ακολουθώντας τον τρόπο που περιγράφεται στις επόμενες ενότητες, ο οποίος διαφοροποιείται ανάλογα με τη θέση του δομικού στοιχείου στο κτηριακό περίβλημα και του μέσου που το περιβάλλει από την εξωτερική του πλευρά (εξωτερικός αέρας, έδαφος, μη θερμαινόμενος χώρος κ.τ.λ.).

Πίνακας 3.6. *Συμβατικός τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας και της τιμής των θερμογεφυρών στα επί μέρους δομικά στοιχεία ανά περίοδο έκδοσης οικοδομικής άδειας.*

Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας	**Θερμομονωτική προστασία**	**Κτήριο μελέτης**		**Κτήριο αναφοράς**	
		Υπολογισμός τιμών U	**Υπολογισμός θερμογεφυρών**	**Υπολογισμός τιμών U**	**Υπολογισμός θερμογεφυρών**
Πριν από το 1979 (ανυπαρξία κανονισμού)	Χωρίς θερμομονωτική προστασία	Τιμές από πίνακα 3.4.	όχι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,1 [W/(m^2·K)]
	Μερική πρόνοια θερμικής προστασίας (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Τιμές από πίνακα 3.4.	U + 0,1 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,1 [W/(m^2·K)]
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με k_{max} Κ.Θ.Κ.	U + 0,1 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,1 [W/(m^2·K)]
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	U + 0,1 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,1 [W/(m^2·K)]
Περίοδος 1979 - 2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)	Χωρίς θερμομονωτική προστασία (μη εφαρμογή Κ.Θ.Κ.)	Τιμές από πίνακα 3.4.	όχι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,1 [W/(m^2·K)]
	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Θ.Κ.	Τιμές από πίνακα 3.4.	U + 0,1 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,1 [W/(m^2·K)]
	Σύμφωνα με απαιτήσεις Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με k_{max} κατά Κ.Θ.Κ.	U + 0,1 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,1 [W/(m^2·K)]
	Κάλυψη των απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Σύμφωνα με τη μελέτη	U + 0,1 [W/(m^2·K)]	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	U_{max} + 0,1 [W/(m^2·K)]
Μετά το 2010 (ισχύς Κ.Εν.Α.Κ.)	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Υποχρέωση βελτίωσης εντός έτους	ναι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	ναι
	Πλήρης εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	ναι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ.	ναι

3.2.2.1. <u>Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα</u>

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτήρια της 1ης κατηγορίας μπορούν να υπολογιστούν με βάση τη μεθοδολογία που περιγράφεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» ή να ληφθούν απευθείας από τον πίνακα 3.4. (3.4α. ή 3.4β.),

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις περιπτώσεις που έχει γίνει κάποια ανακαίνιση στο κτήριο για βελτίωση της θερμικής του συμπεριφοράς, π.χ. θερμομόνωση δώματος. Γι' αυτό το λόγο, κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ο μηχανικός θα πρέπει να αναζητά ενδείξεις για μεταγενέστερες επεμβάσεις σε εξωτερικά δομικά στοιχεία, π.χ. έντονη ανισοσταθμία μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού δαπέδου στην απόληξη του κλιμακοστασίου, αυξημένο πάχος των εξωτερικών τοιχοποιιών κ.ά.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτήρια της 2ης κατηγορίας, μπορούν να ληφθούν ίσοι με τις τιμές που προβλέπονται από τη μελέτη θερμομόνωσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια, εφόσον διαπιστωθεί ότι αυτή εφαρμόστηκε στη φάση κατασκευής. Στην περίπτωση που η οικοδομική άδεια δεν υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.5., οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων.

Για κτήρια που φέρουν πετάσματα και ανήκουν στην 1η και 2η κατηγορία θα λαμβάνονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας που υπάρχουν στη μελέτη θερμομόνωσης και τη μελέτη κλιματισμού. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τα αδιαφανή τμήματα που αποτελούνται από πετάσματα που έχουν θερμομόνωση θα λαμβάνεται U=1[W/(m^2.K)], ενώ για τα αδιαφανή που αποτελούνται από ύαλο και δεν έχουν επιπλέον θερμομόνωση θα λαμβάνονται οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.9.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτήρια της 3ης κατηγορίας μπορούν να ληφθούν ίσοι με τις τιμές που προβλέπονται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια. Ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να διασταυρώσει τόσο την ποιότητα, όσο και την ποσότητα των θερμομονωτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή, συγκεντρώνοντας τα πιστοποιητικά και τα δελτία αποστολής τους από το μελετητή μηχανικό ή τον ιδιοκτήτη.

3.2.2.2. <u>Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος</u>

Η ροή θερμότητας από ένα δομικό στοιχείο που έρχεται σε επαφή με το έδαφος είναι ένα σύνθετο τρισδιάστατο φαινόμενο που εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, βασικότερες των οποίων είναι:

- η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους,
- το πάχος του στρώματος εδάφους που το διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα,
- η γεωμετρία του κτηρίου,
- η ίδια η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου.

Για να γίνει εφικτή η απλοποιητική παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας, γίνεται χρήση του ισοδύναμου συντελεστής θερμοπερατότητας U΄, ο οποίος όταν πρόκειται για οριζόντιο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου,
- του βάθους έδρασης z του δομικού στοιχείου και
- της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας (B'),

ενώ όταν πρόκειται για κατακόρυφο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου και
- του βάθους z, μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο.

Ως χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας Β' σε m ορίζεται το διπλάσιο του λόγου του καθαρού εμβαδού της πλάκας Α σε m^2 προς την εκτεθειμένη περίμετρό της Π σε m.

$$B' = 2 \cdot \frac{A}{\Pi} \qquad [3.1.]$$

Για κτήριο πανταχόθεν ελεύθερο η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας ισούται με την περίμετρο της πλάκας, ενώ για κτήριο σε επαφή με άλλα θερμαινόμενα κτήρια η εκτεθειμένη περίμετρος ισούται με το άθροισμα των μηκών των πλευρών της που δεν έρχονται σε επαφή με τα όμορα θερμαινόμενα κτίσματα. Ομοίως, όταν από κάποια πλευρά της περιμέτρου της πλάκας υπάρχει μη θερμαινόμενος χώρος του κτηρίου, η πλευρά εκείνη δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου.

Ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο με αυτόν που υπολογίζεται για δομικά στοιχεία σε επαφή με εξωτερικό αέρα, λαμβάνοντας όμως μηδενική θερμική αντίσταση αέρα στην εξωτερική παρειά τους.

Για το κτήριο αναφοράς ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος ισούται με το μέγιστο επιτρεπτό για την κλιματική ζώνη που ανήκει το κτήριο (πίνακας 3.3α.).

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου που είναι σε επαφή με το έδαφος προσδιορίζεται με τον τρόπο που αναλύεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Για την ενεργειακή επιθεώρηση, ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος προσδιορίζεται από τον πίνακα 3.7. (κατακόρυφα δομικά στοιχεία) και τον πίνακα 3.8. (οριζόντια δομικά στοιχεία), λαμβάνοντας τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για κάθε κατηγορία κτηρίων ως εξής:

- Για κτήρια της 1ης κατηγορίας από τον πίνακα 3.4. (3.4α. ή 3.4β.).
- Για κτήρια της 2ης κατηγορίας από τη μελέτη θερμομόνωσης, εφόσον διαπιστωθεί ότι αυτή εφαρμόστηκε στη φάση κατασκευής. Στην περίπτωση που αυτή δεν υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.5., οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων.
- Για τα κτήρια της 3ης κατηγορίας ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας μπορεί να ληφθεί ίσος με την τιμή που προβλέπεται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια. Ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να διασταυρώσει τόσο την ποιότητα, όσο και την ποσότητα των θερμομονωτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή, συγκεντρώνοντας τα πιστοποιητικά και τα δελτία αποστολής τους από το μελετητή μηχανικό ή τον ιδιοκτήτη.

Στην περίπτωση κτηρίου, το οποίο βρίσκεται σε κεκλιμένο έδαφος ή σε έδαφος με διαφορετικές στάθμες, το βάθος έδρασης της πλάκας θα λαμβάνεται ίσο με το μέσο όρο των διαφορετικών αποστάσεων της πλάκας από την τελική στάθμη εδάφους σε επαφή με το κτήριο. Το βάθος έκτασης κάθε κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος θα λαμβάνεται ίσο με το μέσο βάθος έκτασης του δομικού στοιχείου.

Για παράδειγμα, στην απλή περίπτωση του σχήματος 3.2. το βάθος έδρασης της πλάκας θα ληφθεί ίσο με $z=(z_1+z_2)/2$, ενώ τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία θα υπολογιστούν για τα βάθη στα οποία εκτείνεται το καθένα, δηλαδή z_1 και z_2.

Στην περίπτωση κατακόρυφου δομικού στοιχείου που ξεκινά από βάθος z_1 και εκτείνεται σε βάθος z_2 από τη στάθμη του εδάφους (σχήμα 3.3.) ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U'_{FB} του δομικού στοιχείου θα προκύπτει από τη σχέση:

$$U'_{FB} = \frac{z_2 \cdot U'_{FBz2} - z_1 \cdot U'_{FBz1}}{z_2 - z_1} \quad [3.2.]$$

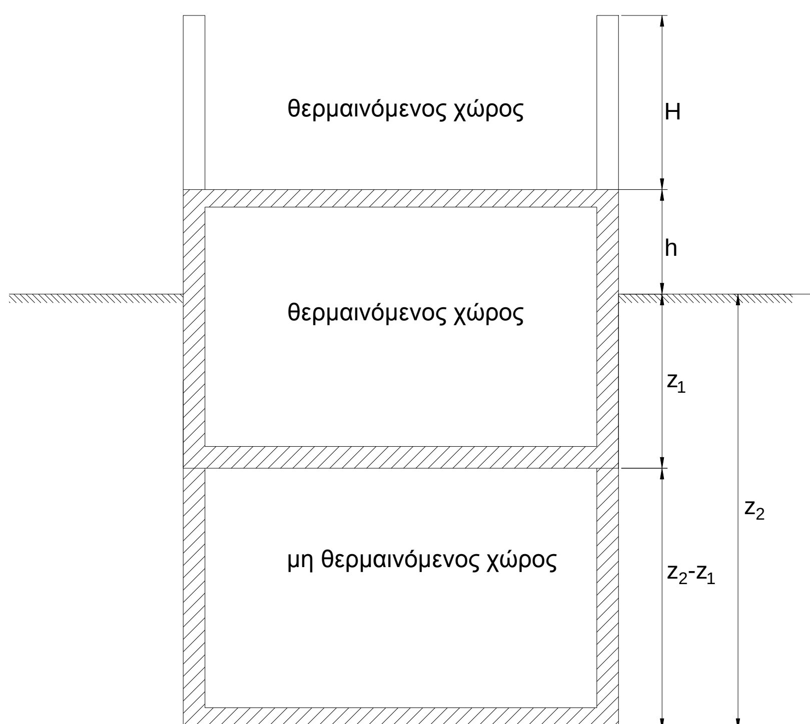
όπου: $U'_{FB,zi}$ [W/(m²·K)] ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας για βάθος έκτασης z_i

z_1 [m] το βάθος από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο,

z_2 [m] το βάθος μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο.

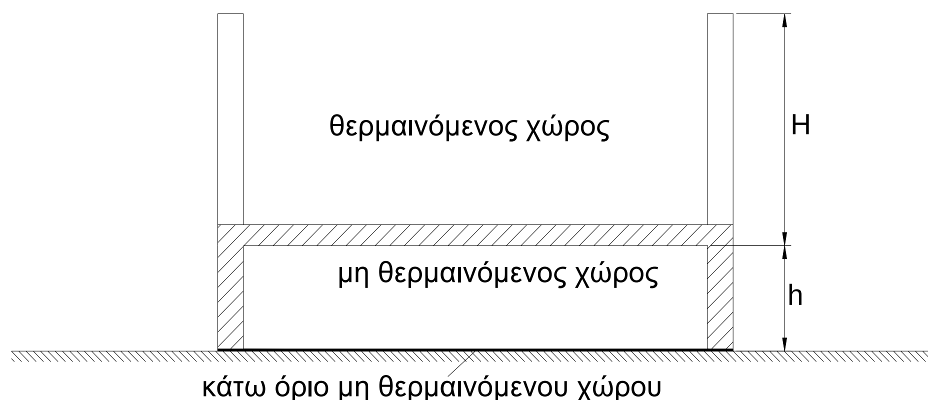


Σχήμα 3.2. *Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του το βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους.*



Σχήμα 3.3. *Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφου δομικού στοιχείου ευρισκόμενου σε στάθμη χαμηλότερη αυτής της επιφάνειας του εδάφους.*

Στην περίπτωση υπερυψωμένης πλάκας (σχήμα 3.4.), ακόμη και όταν ο υποκείμενος χώρος είναι πληρωμένος με έδαφος, αυτός λαμβάνεται ως κενός μη θερμαινόμενος χώρος και το κάτω όριο του ως πλάκα εδραζόμενη στο έδαφος με ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας U ίσο με 4,50 [W/(m^2.K)].



Σχήμα 3.4. *Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση h από τη στάθμη του εδάφους.*

Πίνακας 3.7. *Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U'_{TB} [W/(m^2.K)] ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U'_{TB} [W/(m^2.K)] που εκτείνεται σε βάθος z [m].*

z [m]	**Ονομαστικός συντελεστής U_{TB} [W/(m^{2}K)]**											
	4,50	**3,00**	**2,00**	**1,50**	**1,00**	**0,90**	**0,80**	**0,70**	**0,60**	**0,50**	**0,40**	**0,30**
0,50	2,14	1,70	1,30	1,06	0,77	0,71	0,64	0,57	0,50	0,43	0,35	0,27
1,00	1,59	1,31	1,05	0,88	0,67	0,62	0,57	0,51	0,45	0,39	0,32	0,25
1,50	1,30	1,09	0,89	0,76	0,59	0,55	0,51	0,47	0,42	0,36	0,30	0,24
2,00	1,10	0,94	0,78	0,68	0,54	0,50	0,47	0,43	0,39	0,34	0,29	0,23
2,50	0,97	0,83	0,70	0,61	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	0,32	0,27	0,22
3,00	0,87	0,75	0,64	0,56	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,30	0,26	0,21
4,50	0,67	0,59	0,51	0,45	0,38	0,36	0,34	0,31	0,29	0,26	0,23	0,19
6,00	0,56	0,49	0,43	0,39	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,20	0,17
9,00	0,42	0,38	0,33	0,30	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15

Πίνακας 3.8. *Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος U'_{FB} [W/(m^2.K)] πλάκας.*

Ονομαστικός συντελεστής U_{FB} [W/(m^2.K)]	**z [m]**	**Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B΄ [m]**									
		≤2	**4**	**6**	**8**	**10**	**14**	**18**	**22**	**26**	**≥30**
4,50	0,00	1,21	0,83	0,64	0,53	0,45	0,36	0,30	0,25	0,22	0,20
	0,50	1,05	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	1,00	0,92	0,68	0,54	0,45	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,50	0,82	0,62	0,50	0,42	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	2,00	0,74	0,57	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,50	0,67	0,53	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	3,00	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,50	0,42	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	6,00	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	9,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
3,00	0,00	1,06	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	0,50	0,93	0,68	0,54	0,46	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,00	0,83	0,63	0,51	0,43	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	1,50	0,74	0,58	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,00	0,68	0,54	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,50	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	3,00	0,58	0,47	0,40	0,34	0,31	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,47	0,40	0,34	0,30	0,27	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14
	6,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	9,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
2,00	0,00	0,89	0,66	0,53	0,45	0,39	0,31	0,26	0,22	0,20	0,18
	0,50	0,80	0,61	0,49	0,42	0,36	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17
	1,00	0,72	0,56	0,46	0,39	0,35	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16
	1,50	0,66	0,53	0,44	0,37	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,00	0,61	0,49	0,41	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,50	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
	3,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	4,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	6,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	9,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11

Πίνακας 3.8. (συνέχεια):

Ονομαστικός συντελεστής U_{FB} [W/(m^2.K)]	z [m]	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B΄ [m]									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
1,50	0,00	0,77	0,59	0,48	0,41	0,36	0,29	0,24	0,21	0,19	0,17
	0,50	0,70	0,55	0,45	0,39	0,34	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	1,00	0,64	0,51	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,16
	1,50	0,59	0,48	0,40	0,35	0,31	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,00	0,55	0,45	0,38	0,33	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15
	2,50	0,52	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	3,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	4,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	6,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	9,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
1,00	0,00	0,61	0,49	0,41	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	0,50	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	1,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	2,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	3,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	6,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	9,00	0,26	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
0,90	0,00	0,57	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,17	0,15
	0,50	0,53	0,44	0,37	0,33	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,50	0,41	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,50	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,00	0,44	0,37	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13
	2,50	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	6,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	9,00	0,25	0,22	0,20	0,19	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
0,80	0,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	0,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	2,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	4,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	9,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10

Πίνακας 3.8. (συνέχεια): *Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος U_{FB}' [W/(m^2.K)] πλάκας.*

Ονομαστικός συντελεστής U_{FB} [W/(m^2.K)]	z [m]	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας Β΄ [m]									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
0,70	0,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	0,50	0,45	0,38	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	1,50	0,41	0,34	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,37	0,32	0,28	0,25	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	3,00	0,35	0,30	0,27	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	4,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
0,60	0,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	0,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,50	0,37	0,32	0,28	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	2,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	2,50	0,34	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	3,00	0,33	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	4,50	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,26	0,23	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
0,50	0,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	0,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	1,00	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	1,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	3,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	4,50	0,27	0,24	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
	9,00	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10

3.2.2.3. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο ή προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακό χώρο) και ο συντελεστής διόρθωσης της θερμοκρασίας προσδιορίζονται με βάση την αναλυτική μεθοδολογία που αναλύεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Οι μη θερμαινόμενοι χώροι και οι ηλιακοί χώροι (αίθρια), είναι χώροι ενεργειακά αδρανείς, που γειτνιάζουν με την υπό μελέτη ή επιθεώρηση θερμική ζώνη, με την οποία έχουν θερμική σύζευξη. Τα αδιαφανή δομικά στοιχεία της θερμικής ζώνης, που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή με προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακό χώρο), κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δεν λαμβάνονται ως αδιαβατικά, δηλαδή μεταξύ αυτών των χώρων και της θερμικής ζώνης υπάρχει συναλλαγή θερμότητας, μέσω των αντίστοιχων διαχωριστικών επιφανειών.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας, γίνεται σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην ενότητα 3.2.2. Ο συντελεστής διόρθωσης της θερμοκρασίας προσδιορίζεται όπως και στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης.

Ειδικά για την επιθεώρηση τμημάτων κτηρίων (π.χ. διαμερισμάτων), ισχύουν τα όσα αναφέρονται στην ενότητα 2.2. Συγκεκριμένα, κατά τη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης τμήματος κτηρίου (π.χ. διαμερίσματος), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, θεωρείται κατά παραδοχή πως εφάπτεται με τον εξωτερικό αέρα. Σ’ αυτή την περίπτωση, όλα τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του τμήματος κτηρίου που εφάπτονται με τον μη θερμαινόμενο χώρο (τοιχοποιίες, δάπεδα κ.ά.), περιγράφονται ως εφαπτόμενα με τον εξωτερικό αέρα αλλά με συντελεστή θερμοπερατότητας (U) μειωμένο κατά το ήμισυ του υπολογιζόμενου (δηλαδή πολλαπλασιαζόμενο επί μειωτικό συντελεστή b=0,5) και με πλήρη σκίαση (0) χειμώνα και καλοκαίρι. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U γίνεται βάσει της πραγματικής θέσης του δομικού στοιχείου, δηλαδή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

3.2.2.4. <u>Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη</u>

Τόσο κατά την μελέτη ενεργειακής απόδοσης, όσο και κατά την ενεργειακή επιθεώρηση γίνεται η παραδοχή ότι οι θερμικές ζώνες δεν είναι μεταξύ τους θερμικά συζευγμένες, δηλαδή δεν ανταλλάσουν θερμότητα. Συνεπώς τα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν θερμικές ζώνες λαμβάνονται ως αδιαβατικά.

3.2.2.5. <u>Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με όμορα κτίσματα</u>

Παρόλο που ο προσδιορισμός της απαιτούμενης θερμομονωτικής προστασίας των δομικών στοιχείων σε επαφή με όμορα κτίσματα γίνεται θεωρώντας ότι αυτά είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, τόσο στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης, όσο και στην επιθεώρηση λαμβάνονται ως αδιαβατικά. Στην περίπτωση που το όμορο κτίσμα είναι μη θερμαινόμενος χώρος, τότε γίνεται η παραδοχή ότι το εξεταζόμενο κτίσμα συνορεύει με τον εξωτερικό αέρα προς την πλευρά του όμορου κτηρίου.

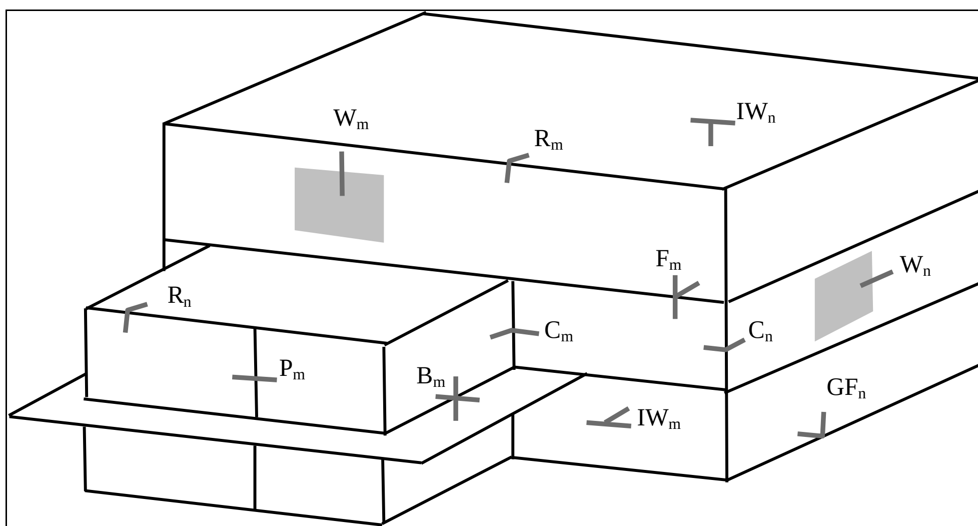
3.2.2.6. <u>Συντελεστής θερμοπερατότητας θερμογεφυρών</u>

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε δύο τύπους: σε γραμμικές και σε σημειακές. Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών και η επίδρασή τους στη ροή θερμότητας θεωρείται αμελητέα. Στο σχήμα 3.5. απεικονίζονται οι θέσεις των συνηθέστερων περιπτώσεων γραμμικών θερμογεφυρών.

Για κάθε τύπο θερμογέφυρας που εμφανίζεται στο κτήριο εκτιμάται το ισοδύναμο μήκος ανά θερμική ζώνη. Ο τύπος, η επιφάνεια και το μήκος των θερμογεφυρών σημειώνεται σε σκαριφήματα των αρχιτεκτονικών σχεδίων (κατόψεις, αναπτύγματα όψεων κ.ά.). Η τιμή του Ψ λαμβάνεται από τους σχετικούς πίνακες της τεχνικής οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης, η επίδραση των θερμογεφυρών στη ροή θερμότητας από μετάδοση υπολογίζεται σύμφωνα με την τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

- Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων της 1ης κατηγορίας (σύμφωνα με την ενότητα 3.2.2.) οι θερμογέφυρες μπορούν να παραλειφθούν, καθώς η θερμική προστασία των κτηρίων εκείνης της περιόδου είναι ούτως ή άλλως ανεπαρκής.
- Τα κτήρια της 2ης κατηγορίας θεωρητικά είναι κατά την πλειοψηφία τους θερμομονωμένα, χωρίς όμως να πληρούν τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. Γι' αυτό το λόγο οι θερμογέφυρες δεν πρέπει να παραλειφθούν, αλλά προσεγγιστικά να ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, προσαυξάνοντας το συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου κατά ΔU = 0,10 W/(m^2K), εξαιρουμένων των κουφωμάτων και των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος. Σημειώνεται πως η προσαύξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων κατά ΔU = 0,10 W/(m^2K) ισχύει και για τα κτήρια της 1ης και 2ης κατηγορίας, που έχουν υποστεί ανακαίνιση με θερμική ενίσχυση των κατακόρυφων δομικών τους στοιχείων.
- Στα κτήρια της 3ης κατηγορίας η γραμμική θερμοπερατότητα των δομικών στοιχείων υπολογίζεται αναλυτικά όπως περιγράφεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».



Σχήμα 3.5. *Τύποι και θέση των πλέον κοινών γραμμικών θερμογεφυρών που εμφανίζονται στο κτηριακό κέλυφος*

Η γραμμική θερμοπερατότητα των δομικών στοιχείων στο κτήριο αναφοράς της 1ης και ~~είναι μηδενική,~~ της 2ης κατηγορίας κτηρίων λαμβάνεται υπόψη με προσαύξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου κατά ΔU = 0,10 [W/(m^2.K)], ενώ για τα κτήρια της 3ης κατηγορίας σύμφωνα με τον τρόπο που περιγράφεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Σε περίπτωση που ένα κτήριο έχει τμήματα κατασκευασμένα σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, η γραμμική θερμοπερατότητα λαμβάνεται βάσει της νεότερης κατασκευής.

3.2.3. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος U_w εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, τον υαλοπίνακα που φέρει, το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζεται στα σημεία ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο. Συνεπώς, κουφώματα που αποτελούνται από τον ίδιο τύπο υαλοπίνακα και πλαισίου, αλλά είναι διαφορετικού μεγέθους μπορεί να έχουν διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας. Γι' αυτό το λόγο συστήνεται να υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε κουφώματος διαφορετικού μεγέθους ξεχωριστά.

Στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός νέου ή ριζικώς ανακαινιζόμενου κτηρίου, ο υπολογισμός του U_w υπολογίζεται με τον τρόπο που αναλύεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Για την ενεργειακή επιθεώρηση ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να προσδιορίσει το συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος με σχετική ακρίβεια, καθώς η επιρροή του στην τελική διαμόρφωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Στην περίπτωση που η επιθεώρηση αφορά σε κτήρια που μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων λαμβάνεται ίσος με αυτόν που διατυπώνεται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, αφού ο επιθεωρητής ελέγξει την ποσότητα και τον τύπο των κουφωμάτων που τοποθετήθηκαν στο κτήριο, λαμβάνοντας υπόψη τις επιμετρήσεις των κουφωμάτων, τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων, καθώς και τα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν. Στην περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό (π.χ. λόγω απώλειας των σχετικών δικαιολογητικών), ο επιθεωρητής θα πρέπει να εκτιμήσει το συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων ακολουθώντας τη μεθοδολογία της τεχνικής οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος θα πρέπει να προσδιοριστούν η επιφάνεια και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου και του υαλοπίνακα ανάλογα με τον τύπο τους, καθώς και η γραμμική θερμογέφυρα που σχηματίζεται κατά μήκος της ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μονού κουφώματος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_w} \qquad [3.3.]$$

όπου:
- U_w [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
- U_f [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,
- U_g [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
- A_f [m²] η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος,
- A_g [m²] η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- l_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),
- Ψ_g [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- A_w [m²] το εμβαδό επιφανείας του κουφώματος.

Στην περίπτωση ύπαρξης επικαθήμενου ρολού σε ένα άνοιγμα, τότε στο συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος συνυπολογίζεται και η θερμοπερατότητα του κιβωτίου του ρολού.

3.2.3.1. Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα αναφέρεται με ακρίβεια στο πιστοποιητικό που συνοδεύει το προϊόν και προέρχεται από τον κατασκευαστή του. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ο μηχανικός πρέπει να βεβαιωθεί ότι το προϊόν που τοποθετήθηκε είναι ίδιο με αυτό που προβλεπόταν στη μελέτη, αφενός ελέγχοντας τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων και συγκρίνοντας τις ποσότητες με αυτές που προκύπτουν από την καταγραφή των γεωμετρικών στοιχείων των ανοιγμάτων και αφετέρου πιστοποιώντας τον τύπο του με επί τόπου ελέγχους (π.χ. χρήση απλών εργαλείων για τη μέτρηση του πάχους των υαλοπινάκων και της μεταξύ τους απόστασης, την ύπαρξη μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας κ.ά.).

Στην περίπτωση κτηρίων, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε πριν από την ημερομηνία ισχύος του Κ.Εν.Α.Κ. και ο υαλοπίνακας που τοποθετήθηκε δεν συνοδεύεται από τα αντίστοιχα πιστοποιητικά ή δεν αναγράφονται οι θερμοφυσικές ιδιότητές του στον αποστάτη μεταξύ των υαλοπινάκων ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον πίνακα 3.9.

Πίνακας 3.9. *Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων.*

Τύπος υαλοπίνακα	**U_g** [W/(m^2.K)]
Μονός υαλοπίνακας	5,70
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm	3,30
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm	2,80
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	2,60
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	1,80
Υαλότουβλα	3,50

3.2.3.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου αναφέρεται στο πιστοποιητικό που συνοδεύει το προϊόν και προέρχεται από τον κατασκευαστή του. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ο επιθεωρητής πρέπει να βεβαιωθεί ότι το προϊόν που τοποθετήθηκε είναι ίδιο με αυτό που προβλεπόταν στη μελέτη, αφενός ελέγχοντας τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων και συγκρίνοντας τις ποσότητες με αυτές που προκύπτουν από την καταγραφή των γεωμετρικών στοιχείων των ανοιγμάτων και αφετέρου εξακριβώνοντας τον τύπο του κουφώματος με επιτόπου ελέγχους.

Στην περίπτωση κτηρίων των οποίων η οικοδομική τους άδεια εκδόθηκε πριν από την ημερομηνία έναρξης ισχύος του Κ.Εν.Α.Κ. και δεν είναι εφικτό να πιστοποιηθεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου, μπορεί να λάβει τιμές από τον πίνακα 3.10.

Αναλυτικά:

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μεταλλικού πλαισίου χωρίς θερμοδιακοπή σε κάθε περίπτωση λαμβάνεται ίσος με 7,00 [W/(m^2.K)].
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μεταλλικού πλαισίου με θερμοδιακοπή, εφόσον διαπιστωθεί η ύπαρξή της, μπορεί να ληφθεί ίσος με 3,50 [W/(m^2.K)] για θερμοδιακοπή μήκους 12 mm και 2,80 [W/(m^2.K)] για θερμοδιακοπή μήκους 24 mm. Στην περίπτωση που

μπορεί να διαπιστωθεί η ύπαρξη θερμοδιακοπής αλλά όχι το μήκος της, αυτή λαμβάνεται ίση με 12 mm.

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας συνθετικού πλαισίου προσδιορίζεται ακολουθώντας τη μεθοδολογία της Τεχνικής Οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Εναλλακτικά λαμβάνεται ίσος με 2,80 [W/(m^2.K)].
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ξύλινου πλαισίου προσδιορίζεται ακολουθώντας τη μεθοδολογία της Τεχνικής Οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Εναλλακτικά λαμβάνεται ίσος με 2,20 [W/(m^2.K)].

Πίνακας 3.10. *Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων.*

Τύπος πλαισίου	**U_f [W/(m^2.K)]**
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	3,50
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm	2,80
Συνθετικό πλαίσιο	2,80
Ξύλινο πλαίσιο	2,20

3.2.3.3. Προσδιορισμός γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα $Ψ_g$

Για τον προσδιορισμό της θερμοπερατότητας του κουφώματος είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της γραμμικής θερμογέφυρας που εμφανίζεται κατά μήκος της συναρμογής της υάλωσης με το πλαίσιο.

- Στην περίπτωση κουφωμάτων που φέρουν μονούς υαλοπίνακες, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψg ισούται με 0 (μηδέν).
- Στην περίπτωση κουφωμάτων με μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή και μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες, χωρίς κάποια ειδική επίστρωση χαμηλής εκπομπής, η επίδραση της θερμογέφυρας στο συνολικό συντελεστή θερμοπερατότητας είναι μικρή και γι' αυτό το λόγο γενικά μπορεί να αγνοηθεί.

Γενικώς, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον πίνακα 3.11. (EN ISO 10077.1:2006) ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου και του υαλοπίνακα. Το μήκος της θερμογέφυρας ισούται με το μήκος της περιμέτρου της συναρμογής του υαλοπίνακα με το πλαίσιο.

Πίνακας 3.11. *Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου-υαλοπίνακα.*

Τύπος πλαισίου	**Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων $Ψ_g$ [W/(m.K)]**	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	**Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής**
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

3.2.3.4. Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων

Για την απλοποίηση των υπολογισμών του ενεργειακού επιθεωρητή έχουν υπολογιστεί οι τιμές θερμοπερατότητας των συνηθέστερων κουφωμάτων που συναντώνται στο κτηριακό απόθεμα, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την ενεργειακή επιθεώρηση. Στον πίνακα 3.12. δίνεται το εύρος τιμών που αντιστοιχεί σε συνδυασμό διαφορετικών υαλοπινάκων και πλαισίων για διάφορα ποσοστά πλαισίου επί του κουφώματος και μήκη θερμογέφυρας που σχηματίζεται στη συναρμογή υαλοπίνακα και πλαισίου.

Ο επιθεωρητής καταγράφει και υπολογίζει το ποσοστό του πλαισίου και ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα και του πλαισίου επιλέγει τον αντίστοιχο συντελεστή θερμοπερατότητας κουφώματος από τον πίνακα 3.12.

Πίνακας 3.12. *Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων U_{V_F} [W/(m².K)].*

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμψιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα12 mm
	[%]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]	[W/(m^2.K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	–	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	–	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	–	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	–	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	–	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	–	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	–	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	–	3,3	2,9	2,9	2,3
	40%	–	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2,4	–	–	–	–
	30%	2,3	–	–	–	–
	40%	2,1	–	–	–	–
Εξωτερικές Πόρτες χωρίς υαλοπίνακες [W/(m^2.K)]						
Υλικό	**Σε επαφή με εξωτερικό αέρα**			**Σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο**		
Μέταλλο	6,0			4,0		
Συνθετικό	3,5			2,7		
Ξύλο	3,5			2,7		

* Οι τιμές για το διπλό ξύλινο παράθυρο ισχύουν, εφόσον και τα δύο φύλλα του παραθύρου δεν παρουσιάζουν προβλήματα αεροστεγανότητας. Σε αντίθετη περίπτωση ισχύουν οι τιμές του μονού παράθυρου.

3.2.3.5. Διαφανή δομικά στοιχεία (κουφώματα) σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους

Για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος (διαφανές δομικό στοιχείο), που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή με προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακό χώρο) και ο συντελεστής διόρθωσης της θερμοκρασίας προσδιορίζονται με βάση τη μεθοδολογία που αναλύεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Τα κουφώματα της θερμικής ζώνης, που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή με προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακό χώρο), κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δεν λαμβάνονται ως αδιαβατικά, δηλαδή μεταξύ των χώρων αυτών και της θερμικής ζώνης υπάρχει συναλλαγή θερμότητας, μέσω των αντίστοιχων διαχωριστικών επιφανειών.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας γίνεται σύμφωνα με όσα αναφέρονται στις ενότητες 3.2.3.1. έως 3.2.3.4. Ο συντελεστής διόρθωσης της θερμοκρασίας προσδιορίζεται όπως και στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης.

Ειδικά για την επιθεώρηση τμημάτων κτηρίων (π.χ. διαμερισμάτων), ισχύουν όσα αναφέρονται στην ενότητα 2.2. Συγκεκριμένα, κατά τη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης τμήματος κτηρίου (π.χ. διαμερίσματος), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, θεωρείται κατά παραδοχή πως εφάπτεται με τον εξωτερικό αέρα. Σ' αυτή την περίπτωση, όλα τα δομικά διαφανή στοιχεία του τμήματος κτηρίου που εφάπτονται με τον μη θερμαινόμενο χώρο (ανοίγματα, γυάλινες προσόψεις κ.ά.), περιγράφονται ως εφαπτόμενα με τον εξωτερικό αέρα αλλά με συντελεστή θερμοπερατότητας (U) μειωμένο κατά το ήμισυ του υπολογιζόμενου και με πλήρη σκίαση (0) χειμώνα-καλοκαίρι. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U γίνεται βάσει της πραγματικής θέσης του κουφώματος, δηλαδή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

3.2.4. Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων

Η εσωτερική θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης C_m (kJ/K) υπολογίζεται με βάση τη θερμοχωρητικότητα και την επιφάνεια των δομικών στοιχείων που περικλείουν τη θερμική ζώνη και βρίσκονται σε άμεση επαφή με τον εσωτερικό αέρα της ζώνης. Συγκεκριμένα, η εσωτερική θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης προκύπτει από την εφαρμογή της σχέσης:

$$C_m = \sum (k_j \cdot A_j) \qquad [3.4]$$

όπου: C_m [kJ/K] η εσωτερική θερμοχωρητικότητα της θερμικής ζώνης,
A_j [m^2] η εσωτερική επιφάνεια του δομικού στοιχείου,
k_j [kJ/(m^2.K)] η εσωτερική θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα επιφάνειας του δομικού στοιχείου j.

Η εσωτερική θερμοχωρητικότητα προσδιορίζεται από τη θερμοχωρητικότητα των υλικών του δομικού στοιχείου που βρίσκονται μέχρι το «μέγιστο» ενεργό βάθος του δομικού στοιχείου. Και το ενεργό βάθος ορίζεται ως η μικρότερη τιμή που αντιστοιχεί στην απόσταση από την επιφάνεια του δομικού στοιχείου προς τον εσωτερικό χώρο μέχρι τη θέση της θερμομονωτικής στρώσης, το ήμισυ του πάχους του δομικού στοιχείου ή τα 10 cm. Κατά συνέπεια, σε περίπτωση εφαρμογής θερμομόνωσης στην εσωτερική επιφάνεια ενός δομικού στοιχείου, το οποίο εφάπτεται με τον εξωτερικό αέρα, το δομικό στοιχείο αυτό δεν λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της εσωτερικής θερμοχωρητικότητας της θερμικής ζώνης.

Η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m^2.K)] θερμικής ζώνης ισούται με το λόγο της εσωτερικής θερμοχωρητικότητας της ζώνης προς τη μεικτή επιφάνεια της ζώνης A σε m^2, σύμφωνα με τη σχέση:

$$c_m = \frac{C_m}{A} \qquad [3.5.]$$

Για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης και την ενεργειακή επιθεώρηση η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης πρέπει να υπολογιστεί με βάση τα παραπάνω ή, εναλλακτικά, να εκτιμηθεί προσεγγιστικά με βάση τον τύπο και τον τρόπο δόμησης του κτηρίου από τον πίνακα 3.13.

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. (παράγραφος 2ζ), για το κτήριο αναφοράς η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα κάθε θερμικής ζώνης λαμβάνεται ίση με 250 [kJ/(m^2.K)] θερμαινόμενης επιφάνειας κτηρίου.

Πίνακας 3.13. *Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m^2 δαπέδου.*

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m^2.K)]
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

3.2.5. Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας

Η ακτινοβολία που προσπίπτει σε μία αδιαφανή επιφάνεια μπορεί να ανακλαστεί ή να απορροφηθεί από αυτή. Το άθροισμα του ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται και του ποσοστού που απορροφάται από μια επιφάνεια ισούται με τη μονάδα:

$$\rho + \alpha = 1 \qquad [3.6.]$$

όπου: ρ ο συντελεστής ανακλαστικότητας της επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία,
α, ο συντελεστής απορροφητικότητας της επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία.

Τόσο η ανακλαστικότητα, όσο και η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία ενός αδιαφανούς υλικού ή μιας επιφάνειας εξαρτώνται κυρίως από τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας, δηλαδή από το χρώμα και την υφή της. Η ανακλαστικότητα στιλπνών και λείων επιφανειών πλησιάζει προς τη μονάδα, ενώ η απορροφητικότητά τους είναι αντίστοιχα μειωμένη. Από την άλλη, σκουρόχρωμες και τραχιές επιφάνειες εμφανίζουν υψηλή απορροφητικότητα και χαμηλή ανακλαστικότητα. Οι ιδιότητες αυτές των τελικών επιφανειών του κτηριακού κελύφους προσδιορίζουν ουσιαστικά τα ηλιακά κέρδη των αδιαφανών δομικών στοιχείων και μπορεί να έχουν σημαντικό ρόλο, κυρίως όταν οι επιφάνειες δέχονται μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των δωμάτων.

Στον πίνακα 3.14 που ακολουθεί δίνονται τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας για διάφορες επιφάνειες που συναντώνται ως τελικές επιστρώσεις των κατακόρυφων και οριζόντιων δομικών στοιχείων του περιβλήματος. Στην περίπτωση χρήσης ψυχρών υλικών, ο μελετητής ή ο επιθεωρητής μπορεί να λάβει υπόψη στον υπολογισμό διαφορετικές τιμές για την ανακλαστικότητα ή την απορροφητικότητα των υλικών της τελικής επίστρωσης, αρκεί η μελέτη του να συνοδεύεται από το αντίστοιχο πιστοποιητικό από διαπιστευμένα εργαστήρια της Ελλάδας ή του εξωτερικού.

Πίνακας 3.14. *Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία.*

Περιγραφή επιφάνειας	**Ανακλαστικότητα**	**Απορροφητικότητα**
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία		
Επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπεζ, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπεζ, σκούρη ώχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επίχρισμα σκουρόχρωμο (π.χ. σκούρο λαδί, καφέ, γκρι)	0,20	0,80
Εμφανής οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,20	0,80
Εμφανής ανοιχτόχρωμη οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,40	0,60
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με πλάκες πεζοδρομίου, ασφαλτόπανα με χαλαζιακή ψηφίδα)	0,35	0,65
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. ανακλαστικές μεμβράνες)	0,80	0,20
Γαρμπίλι	0,70	0,30

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. (παράγραφος 2β), για το κτήριο αναφοράς, η απορροφητικότητα των εξωτερικών του επιφανειών λαμβάνεται ίση με

- 0,40 για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία,
- 0,40 για τα δώματα και
- 0,60 για επικλινείς στέγες.

3.2.6. Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία

Ένα ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που έχει απορροφηθεί από μία εξωτερική επιφάνεια εκπέμπεται προς το περιβάλλον με τη μορφή θερμικής ακτινοβολίας. Η ικανότητα εκπομπής της θερμικής ακτινοβολίας διαφοροποιείται ανάλογα με το υλικό και τη διαμόρφωση της τελικής του επιφάνειας.

Για τα περισσότερα δομικά υλικά ο συντελεστής εκπομπής (εκπεμπτικότητα) κυμαίνεται μεταξύ 0,80 και 0,90. Χαμηλές τιμές του συντελεστή εκπομπής των εξωτερικών επιφανειών του κελύφους συναντώνται σε στιλπνές επιφάνειες από μέταλλο (αλουμίνιο, ορείχαλκο ή κασσίτερο).

Για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης και την ενεργειακή επιθεώρηση ο συντελεστής εκπομπής σε θερμική ακτινοβολία ε μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 3.15. Στην περίπτωση που η τελική επιφάνεια διαμορφωθεί με κάποιο ειδικό υλικό (π.χ. ανακλαστικά μεταλλικά φύλλα κ.ά.), ο μελετητής ή ο επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη του στους υπολογισμούς την τιμή του συντελεστή εκπομπής του συγκεκριμένου υλικού που εμφανίζεται σε σχετικό πιστοποιητικό από διαπιστευμένο εργαστήριο.

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. (παράγραφος 2β), για το κτήριο αναφοράς ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας για τις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς λαμβάνεται ίσος με 0,80.

Πίνακας 3.15. *Τιμές του συντελεστή εκπομπής (εκπεμπτικότητα) θερμικής ακτινοβολίας.*

Περιγραφή επιφάνειας	Συντελεστής εκπομπής
Σύνηθες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30

3.2.7. Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος g_w εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό. Η τιμή του εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος. Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από το πλαίσιο και μεταδίδεται με τη μορφή θερμότητας στο εσωτερικό είναι πολύ μικρή συγκριτικά με αυτήν που διέρχεται από το διαφανές τμήμα του κουφώματος και γι' αυτό αγνοείται. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους g_w υπολογίζεται από τη σχέση 3.7. Επειδή όπως αναφέρθηκε η τιμή του g_w εξαρτάται από το ποσοστό του πλαισίου θα πρέπει να υπολογίζεται για κάθε τύπο κουφώματος ξεχωριστά.

$$g_w = g_{gl}(1 - F_f) \qquad [3.7.]$$

όπου: F_f το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα,
g_{gl} ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα.

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα (g_{gl}), εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτό και λαμβάνεται ίση με το 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους g σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Όταν η τιμή g δεν πιστοποιείται από τον κατασκευαστή του υαλοπίνακα μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 3.16.

Πίνακας 3.16. *Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας σε κάθετη πρόσπτωση, της ημισφαιρικής διαπερατότητας g_{em} και της μέσης διαπερατότητας g_{gl}, για διάφορους τύπους υαλοπίνακα.*

Τύπος υαλοπίνακα	**g**	**g_{gl}**	**g_{em}**
Μονός υαλοπίνακας	0,85	0,77	0,78
Διπλός υαλοπίνακας	0,75	0,68	0,66
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,67	0,60	0,56
Διπλό παράθυρο	0,75	0,68	0,66
Υαλότουβλα	0,30	0,27	0,25

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου:

- Όταν υπάρχει μελέτη κλιματισμού, η τιμή του συντελεστή ηλιακού κέρδους g σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνεται από τη μελέτη.
- Στην περίπτωση έγχρωμων ή ανακλαστικών υαλοπινάκων και όταν η εύρεση επιπλέον στοιχείων σχετικά με τις ιδιότητες τους είναι αδύνατη, ο συντελεστής ηλιακών κερδών θα λαμβάνεται ίσος με g = 0,50.
- Στην περίπτωση αδιαφανών υαλοπινάκων ο συντελεστής ηλιακών κερδών g θεωρείται 0.
- Όταν δεν υπάρχει από τη μελέτη ο συντελεστής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφώματος, τότε λαμβάνονται οι συντελεστές του πίνακα 3.17. της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφώματος, ανάλογα με το ποσοστό του πλαισίου και τον τύπο του υαλοπίνακα.

Πίνακας 3.17. *Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων.*

Τύπος υαλοπίνακα	**Ποσοστό πλαισίου F_f**			
	10%	**20%**	**30%**	**40%**
Μονός υαλοπίνακας	0,69	0,62	0,54	0,46
Διπλός υαλοπίνακας	0,61	0,54	0,48	0,41
Διπλός υαλοπίνακας, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,54	0,48	0,42	0,36
Διπλό παράθυρο	0,61	0,54	0,48	0,41
Έγχρωμος ή ανακλαστικός υαλοπίνακας χωρίς δυνατότητα διαπίστωσης των ιδιοτήτων του	0,41	0,36	0,32	0,27

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. (παράγραφος 2δ), για το κτήριο αναφοράς ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοπινάκων στην ηλιακή ακτινοβολία είναι g = 0,76, για κάθετη πρόσπτωση. Η μέση διαπερατότητα g_{gl} του υαλοπίνακα θα είναι 0,9x0,76=0,68. Για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ποσοστό πλαισίου 20%, οπότε η συνολική διαπερατότητα του κουφώματος θα λαμβάνεται 0,55.

3.3. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΚΙΑΣΗΣ

Τα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου μπορεί να σκιάζονται εξωτερικά λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων αλλά και στοιχείων του ίδιου του κτηρίου, όπως προστεγάσματα, πλευρικά στοιχεία ή ακόμη και τμήματα της κατασκευής (π.χ. εσοχές). Η κινητή εσωτερική σκίαση δεν λαμβάνεται υπόψη.

Η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς, είτε πρόκειται για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός νέου ή ριζικώς ανακαινιζόμενου κτηρίου είτε για την ενεργειακή επιθεώρηση, με τη χρήση τριών ανεξάρτητων μεταξύ του συντελεστών σκίασης.

Οι συντελεστές σκίασης, καθορίζονται ανάλογα το είδος των σκιάστρων (οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκίαστρα) και την γεωμετρία τους. Επειδή ανάλογα με την εποχή οι συντελεστές σκίασης αλλάζουν, καθορίζονται για κάθε εξωτερική επιφάνεια με ορισμένο προσανατολισμό, οι αντίστοιχοι μέσοι συντελεστές σκίασης, ένας για τη χειμερινή περίοδο και ένας για τη θερινή περίοδο, ανάλογα με το είδος σκιάστρου. Στην περίπτωση ταυτόχρονης ύπαρξης προβόλου και εξωτερικού σκιάστρου η σκίαση λόγω προβόλου αγνοείται. Ο συνολικός σκιασμός δομικού στοιχείου προκύπτει ως το γινόμενο των τριών συντελεστών σκίασης:

- του συντελεστή σκίασης από εμπόδιο του περιβάλλοντος χώρου (γειτνιάζοντα κτήρια κ.τ.λ.),
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικό εμπόδιο.
- και του συντελεστή σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκίαστρο κατά περίπτωση.

Τονίζεται ότι όλοι οι συντελεστές είναι μειωτικοί λαμβάνοντας τιμή ίση με την μονάδα (1), όταν δεν υπάρχει καθόλου σκίαση και ίση με μηδέν (0) για πλήρη σκίαση.

Στην περίπτωση καλά θερμομονωμένων κτηρίων η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία είναι περιορισμένη. Για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, με συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφων δομικών αδιαφανών στοιχείων μικρότερο από 0,6 [W/(m^{2}K)], ο συνολικός συντελεστής σκίασης δύναται θα θεωρηθεί ίσος με 0,9.

Ο συντελεστής σκίασης για τις επιστεγάσεις οριζόντιες ή κεκλιμένες (π.χ. δώματα ή στέγες), καθώς και τα κουφώματα οροφής (π.χ. φεγγίτες), εξαρτάται από τη μορφολογία του περιβάλλοντα χώρου (φυσικά ή τεχνητά εμπόδια) και τις εγκαταστάσεις που υπάρχουν πάνω στις επιστεγάσεις, όπως η απόληξη κλιμακοστασίου, οι ηλιακοί συλλέκτες, οι εγκαταστάσεις κλιματισμού κ.ά. Για τις οριζόντιες επιφάνειες αντί για τους τρεις επιμέρους συντελεστές σκίασης (περιβάλλοντα χώρου, οριζόντιους προβόλους, πλευρικά εμπόδια), καθορίζεται ένας μέσος συντελεστής σκίασης. Για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων ο συντελεστής σκίασης λαμβάνεται ίσος με 0,9, ανεξαρτήτως του βαθμού σκιασμού των οριζόντιων επιφανειών, υπό την προϋπόθεση ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων είναι μικρότερο από 0,6 [W/(m^{2}K)]. Η ελάχιστη τιμή του συντελεστή σκίασης για οριζόντια δομικά στοιχεία πλήρως σκιασμένα από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, είναι 0,3.

3.3.1. Συντελεστές σκίασης κτηρίου αναφοράς

Σύμφωνα με την παράγραφο 2γ του άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ., τα κατακόρυφα ανοίγματα του κτηρίου αναφοράς διαθέτουν τα απαραίτητα σταθερά εξωτερικά οριζόντια ή πλευρικά σκίαστρα (προβόλους, εξωτερικές περσίδες, πέργκολες, μπαλκόνια κ.ά.), λόγω των οποίων ο μέσος συντελεστής σκίασής τους κατά τη θερινή περίοδο είναι:

- 0,70 για τις νότιες όψεις και
- 0,75 για τις όψεις με δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό.

Για τους ενδιάμεσους προσανατολισμούς ισχύουν οι συντελεστές:

- 0,80 για βορειοανατολικό και βορειοδυτικό,
- 0,73 για νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό,
- 1,00 για βόρειο.

Για τη χειμερινή περίοδο ο μέσος συντελεστής σκίασης των ανοιγμάτων λαμβάνεται ίσος με τον καθοριζόμενο στο εξεταζόμενο κτήριο και προκύπτει ανάλογα με τον τύπο σκιάστρου και όπως καθορίζεται στις ενότητες που ακολουθούν. Τα εσωτερικά σκίαστρα (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων και τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα, τα οποία επίσης δεν θεωρούνται σταθερά σκίαστρα, δεν λαμβάνονται υπόψη.

Για ανοίγματα σε οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια (δωμάτων ή στεγών) ο μέσος συντελεστής σκίασης θα είναι 1 (χωρίς σκίαση), τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο.

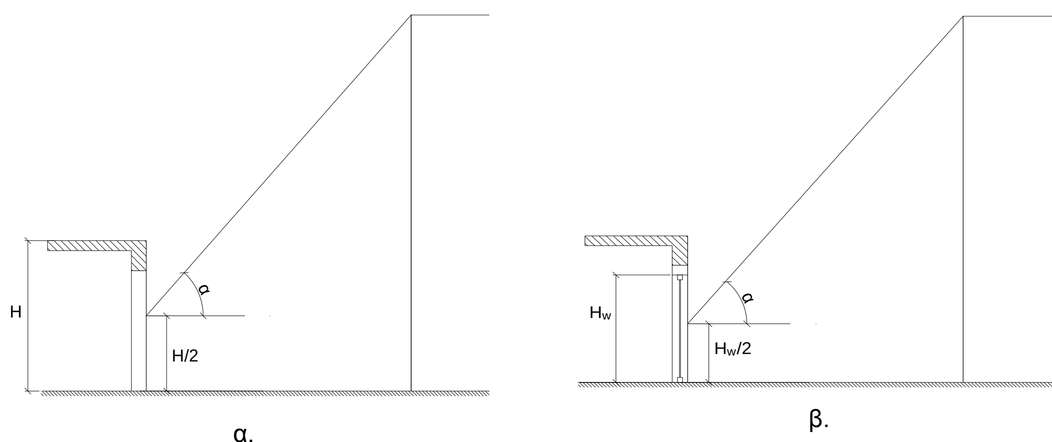
Ο μέσος συντελεστής σκίασης (από οριζόντια ή πλευρικά σκίαστρα) των αδιαφανών κατακόρυφων επιφανειών του κτηρίου αναφοράς, τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, καθορίζεται σε 0,90, σύμφωνα με την παράγραφο 2ε του άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ.

Ο μέσος συντελεστής σκίασης των αδιαφανών οριζόντιων ή κεκλιμένων επιφανειών του κτηρίου αναφοράς (δώματα ή στέγες), τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, ορίζεται σε 1.

Η σκίαση του κτηρίου αναφοράς λόγω εξωτερικών εμποδίων (κτηρίων, ανάγλυφου του εδάφους κ.ά.), δηλαδή ο συντελεστής σκίασης ορίζοντα, τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, λαμβάνεται ίσος με τον καθοριζόμενο στο εξεταζόμενο κτήριο για όλα τα δομικά στοιχεία (οριζόντια ή κατακόρυφα, διαφανή ή αδιαφανή).

3.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα F_{hor}

Αυτός ο συντελεστής προσδιορίζει τη σκίαση που προκύπτει στις επιφάνειες του κτηρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών (π.χ. υψηλών κτηρίων). Όταν ο ορίζοντας είναι ελεύθερος ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (F_{hor} =1), ενώ για πλήρη σκίαση παίρνει την τιμή μηδέν (F_{hor}=0).



Σχήμα 3.6. *Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης α που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).*

Πίνακας 3.18. *Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor}.*

Γωνία α	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		Ν	ΝΑ και ΝΔ	Α και Δ	ΒΑ και ΒΔ	Β
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,98	0,97	0,96	0,98	1,00
	ψύξης	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96
10°	θέρμανσης	0,96	0,95	0,93	0,95	1,00
	ψύξης	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92
15°	θέρμανσης	0,91	0,89	0,86	0,92	1,00
	ψύξης	1,00	0,94	0,90	0,88	0,90
20°	θέρμανσης	0,86	0,84	0,80	0,89	1,00
	ψύξης	1,00	0,92	0,86	0,84	0,87
25°	θέρμανσης	0,73	0,73	0,72	0,87	1,00
	ψύξης	1,00	0,90	0,83	0,82	0,87
30°	θέρμανσης	0,61	0,62	0,65	0,85	1,00
	ψύξης	1,00	0,89	0,81	0,81	0,86
35°	θέρμανσης	0,53	0,54	0,61	0,84	1,00
	ψύξης	0,99	0,85	0,77	0,77	0,86
40°	θέρμανσης	0,44	0,47	0,57	0,83	1,00
	ψύξης	0,98	0,82	0,72	0,73	0,85
45°	θέρμανσης	0,40	0,44	0,55	0,82	1,00
	ψύξης	0,95	0,78	0,68	0,70	0,85
50°	θέρμανσης	0,36	0,40	0,53	0,81	1,00
	ψύξης	0,93	0,74	0,63	0,67	0,85
55°	θέρμανσης	0,34	0,38	0,52	0,81	1,00
	ψύξης	0,89	0,70	0,60	0,65	0,85
60°	θέρμανσης	0,32	0,37	0,51	0,81	1,00
	ψύξης	0,86	0,67	0,57	0,63	0,85
65°	θέρμανσης	0,32	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,79	0,63	0,55	0,63	0,85
≥70°	θέρμανσης	0,31	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,73	0,58	0,52	0,62	0,85

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης ορίζοντα μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας θέασης α του εμποδίου (σχήμα 3.6.). Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης ορίζοντα για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία θέασης α ορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της κατακόρυφης επιφάνειας με την ανώτερη

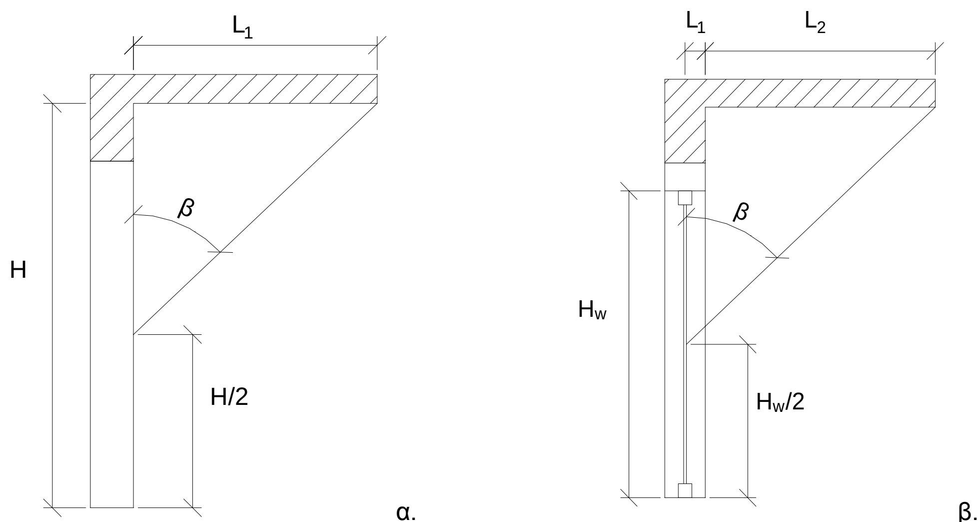
παρειά του εμποδίου (σχήμα 3.6.). Αντίθετα, η τιμή της γωνίας θέασης α πρέπει να υπολογιστεί για κάθε διαφανές στοιχείο ξεχωριστά και αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του οριζόντιου επιπέδου που διέρχεται από το μέσο του ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το κέντρο του ανοίγματος με την άνω παρειά του εμποδίου (σχήμα 3.6.).

Στην περίπτωση ύπαρξης πολλών φυσικών ή τεχνητών εμποδίων με διαφορετικό ύψος, τότε ως ανώτερη παρειά εμποδίου λαμβάνεται το μέσο ύψος όλων των εμποδίων, σταθμισμένο με το αντίστοιχο μήκος καθενός εμποδίου.

Η τιμή του συντελεστή σκίασης ορίζοντα τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.18. ανάλογα με τη γωνία θέασης του εμποδίου α (κυμαίνεται από 10^o έως 70^o) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Τιμές για ενδιάμεσες γωνίες εμποδίου και ενδιάμεσους προσανατολισμούς θα λαμβάνονται με χρήση γραμμικής παρεμβολής.

3.3.3. Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}

Ο συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων (F_{ov}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών (εξωστών, προστεγασμάτων, υπέρθυρων ανοιγμάτων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα ($F_{ov} = 1$), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ($F_{ov} = 0$).



Σχήμα 3.7. *Γραφική απεικόνιση της γωνίας β, που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).*

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από προβόλους είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας β του προβόλου. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.

Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης προβόλου για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία β αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρας του προβόλου (σχήμα 3.7α.).

Πίνακας 3.19. Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους F_{ov}.

Γωνία β	**Περίοδος**	**Προσανατολισμός επιφάνειας**				
		Ν	**ΝΑ και ΝΔ**	**Α και Δ**	**ΒΑ και ΒΔ**	**Β**
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
	ψύξης	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
10°	θέρμανσης	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92
	ψύξης	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94
15°	θέρμανσης	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89
	ψύξης	0,84	0,86	0,89	0,90	0,90
20°	θέρμανσης	0,87	0,88	0,88	0,86	0,85
	ψύξης	0,78	0,82	0,85	0,87	0,87
25°	θέρμανσης	0,84	0,84	0,85	0,83	0,81
	ψύξης	0,73	0,77	0,81	0,83	0,84
30°	θέρμανσης	0,80	0,81	0,82	0,80	0,77
	ψύξης	0,67	0,72	0,77	0,80	0,80
35°	θέρμανσης	0,76	0,77	0,78	0,76	0,74
	ψύξης	0,61	0,67	0,72	0,76	0,77
40°	θέρμανσης	0,72	0,73	0,75	0,73	0,70
	ψύξης	0,56	0,62	0,68	0,72	0,74
45°	θέρμανσης	0,68	0,69	0,70	0,69	0,66
	ψύξης	0,51	0,57	0,63	0,68	0,70
50°	θέρμανσης	0,63	0,64	0,66	0,65	0,62
	ψύξης	0,46	0,52	0,58	0,64	0,67
55°	θέρμανσης	0,57	0,58	0,62	0,61	0,59
	ψύξης	0,42	0,48	0,53	0,59	0,63
60°	θέρμανσης	0,50	0,52	0,57	0,57	0,55
	ψύξης	0,39	0,43	0,48	0,55	0,60
65°	θέρμανσης	0,42	0,45	0,50	0,53	0,51
	ψύξης	0,36	0,39	0,43	0,49	0,56
70°	θέρμανσης	0,34	0,37	0,44	0,48	0,47
	ψύξης	0,33	0,34	0,38	0,44	0,52
80°	θέρμανσης	0,17	0,21	0,29	0,38	0,40
	ψύξης	0,28	0,26	0,27	0,32	0,41
≥90°	θέρμανσης	0,10	0,12	0,17	0,27	0,33
	ψύξης	0,24	0,19	0,18	0,22	0,30

Αντίθετα, η γωνία β πρέπει να υπολογιστεί για κάθε διαφανές στοιχείο (ανοίγματα) ξεχωριστά. Αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου επιπέδου του εξεταζόμενου

ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το μέσο του ανοίγματος με το πέρας του προβόλου (σχήμα 3.7β.).

Στην περίπτωση ύπαρξης πολλών οριζόντιων εξωτερικών σκιάστρων με διαφορετικό πλάτος, ως πλάτος προβόλου λαμβάνεται το σταθμικό μέσο πλάτος όλων των προβόλων.

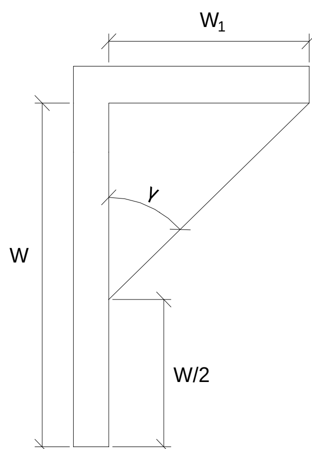
Η τιμή του συντελεστή σκίασης από προβόλους τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.19. ανάλογα με τη γωνία β του προβόλου (κυμαίνεται από 10ο έως 90ο) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

3.3.4. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}

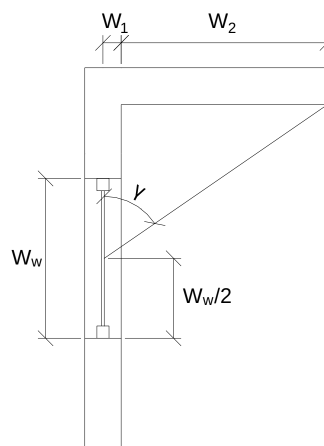
Ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές (F_{fin}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών (πλευρικών προεξοχών, τμημάτων του ιδίου του κτηρίου, διπλανών κτηρίων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα ($F_{fin} = 1$), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ($F_{fin} = 0$).

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας γ της πλευρικής προεξοχής. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.

Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης πλευρικής προεξοχής για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία γ αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρας πλευρικής προεξοχής (σχήμα 3.8α.).



α.



β.

Σχήμα 3.8. *Γραφική απεικόνιση της γωνίας γ που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).*

Αντίθετα, η γωνία γ πρέπει να υπολογιστεί για κάθε διαφανές στοιχείο (ανοίγματα) ξεχωριστά. Αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου επιπέδου του εξεταζόμενου ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το μέσο του ανοίγματος με το πέρας της πλευρικής προεξοχής (σχήμα 3.8β.).

Πίνακας 3.20.α *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} από την αριστερή πλευρά.*

Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		Ν	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	0,97
	ψύξης	0,97	0,97	1,00	1,00	0,97	0,96	0,99	0,99
20°	θέρμανσης	0,95	0,99	1,00	1,00	1,00	0,92	0,90	0,93
	ψύξης	0,95	0,94	0,99	1,00	0,95	0,93	0,98	0,99
30°	θέρμανσης	0,92	0,98	1,00	1,00	1,00	0,89	0,86	0,90
	ψύξης	0,93	0,90	0,99	1,00	0,93	0,89	0,96	0,98
40°	θέρμανσης	0,89	0,97	1,00	1,00	1,00	0,86	0,80	0,87
	ψύξης	0,91	0,86	0,98	1,00	0,92	0,84	0,95	0,97
50°	θέρμανσης	0,85	0,95	1,00	1,00	1,00	0,84	0,75	0,83
	ψύξης	0,89	0,81	0,97	1,00	0,92	0,79	0,93	0,96
60°	θέρμανσης	0,81	0,93	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,79
	ψύξης	0,88	0,76	0,96	1,00	0,92	0,73	0,91	0,96
≥70°	θέρμανσης	0,76	0,90	1,00	1,00	1,00	0,81	0,62	0,73
	ψύξης	0,86	0,71	0,94	1,00	0,92	0,66	0,88	0,95

Πίνακας 3.20.β *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} από την δεξιά πλευρά.*

Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		Ν	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,97	0,99	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00	0,97
20°	θέρμανσης	0,95	0,93	0,90	0,92	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,95	0,99	0,98	0,93	0,95	1,00	0,99	0,94
30°	θέρμανσης	0,92	0,90	0,86	0,89	1,00	1,00	1,00	0,98
	ψύξης	0,93	0,98	0,96	0,89	0,93	1,00	0,99	0,90
40°	θέρμανσης	0,89	0,87	0,80	0,86	1,00	1,00	1,00	0,97
	ψύξης	0,91	0,97	0,95	0,84	0,92	1,00	0,98	0,86
50°	θέρμανσης	0,85	0,83	0,75	0,84	1,00	1,00	1,00	0,95
	ψύξης	0,89	0,96	0,93	0,79	0,92	1,00	0,97	0,81
60°	θέρμανσης	0,81	0,79	0,69	0,82	1,00	1,00	1,00	0,93
	ψύξης	0,88	0,96	0,91	0,73	0,92	1,00	0,96	0,76
≥70°	θέρμανσης	0,76	0,73	0,62	0,81	1,00	1,00	1,00	0,90
	ψύξης	0,86	0,95	0,88	0,66	0,92	1,00	0,94	0,71

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.20.α για πλευρική προεξοχή στη αριστερή μεριά της επιφάνειας όπως φαίνεται από έξω και από τον πίνακα 3.20.β για πλευρική προεξοχή στην

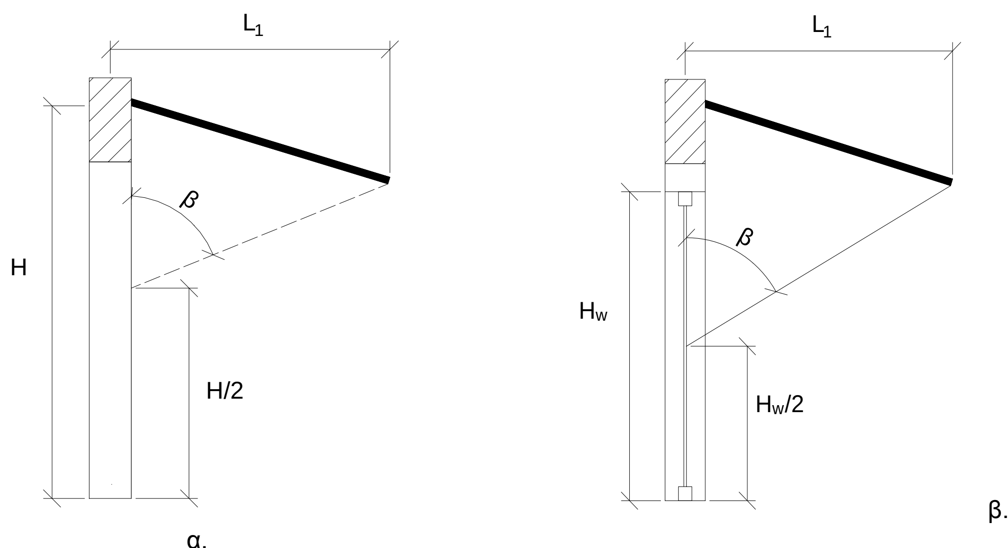
δεξιά μεριά της επιφάνειας, ανάλογα με τη γωνία γ της πλευρικής προεξοχής (κυμαίνεται από 10° έως 70°) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Στην περίπτωση που η επιφάνεια σκιάζεται και από τις δύο μεριές, λαμβάνονται και οι δύο συντελεστές ανεξάρτητα και γίνεται χρήση του συνολικού συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές, ο οποίος ισούται με το γινόμενο των δύο.

3.3.5. Συντελεστής σκίασης λόγω τέντας

Στην περίπτωση ύπαρξης τέντας, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η προστασία που προσφέρει κατά τη θερινή περίοδο. Αντίθετα, κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου θεωρείται ότι δεν υπάρχει σκίαση λόγω τέντας. Κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, όταν υπάρχει παράλληλη σκίαση λόγω τέντας και λόγω προβόλου, η σκίαση λόγω προβόλου αγνοείται.

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από τέντες είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας β της τέντας. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου επιπέδου του ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το κέντρο του ανοίγματος με το πέρας της τέντας σε πλήρη έκταση (σχήμα 3.9.).

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από τέντα για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.19. (πίνακας συντελεστών σκίασης λόγω προβόλου) ανάλογα με τη γωνία β της τέντας και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Για την περίοδο θέρμανσης ο συντελεστής σκίασης λόγω τέντας λαμβάνεται ίσος με την μονάδα.

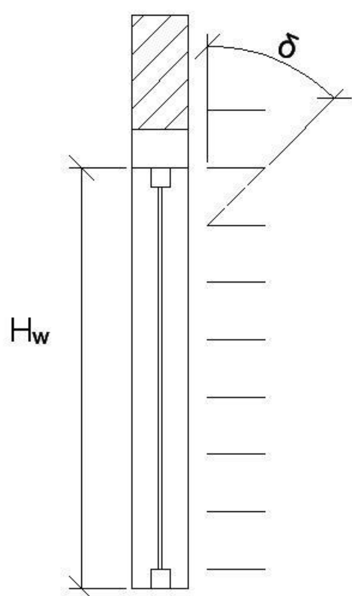


Σχήμα 3.9. *Γραφική απεικόνιση της γωνίας β που σχηματίζει η τέντα με την κατακόρυφη επιφάνεια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).*

3.3.6. Συντελεστής σκίασης λόγω εξωτερικών περσίδων

Στην περίπτωση ύπαρξης μόνιμων εξωτερικών περσίδων θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η προστασία που προσφέρουν κατά τη θερινή περίοδο αλλά και κατά τη χειμερινή περίοδο με χρήση του συντελεστή σκίασης F_{sh}. Για την εκτίμηση του συντελεστή γωνίας δ (σχήμα 3.10.) που

σχηματίζουν οι περσίδες, ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.



Σχήμα 3.10. *Γραφική απεικόνιση της γωνίας δ, που σχηματίζουν μεταξύ τους οριζόντιες εξωτερικές περσίδες για τον υπολογισμό της σκίασης σε διαφανές δομικό στοιχείο.*

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από οριζόντιες περσίδες τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.21. ανάλογα με τη γωνία δ, τον τύπο των περσίδων και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

Για άλλους εξειδικευμένους τύπους σκίασης, ο μελετητής θα πρέπει να εφαρμόζει αναλυτικό υπολογισμό του συντελεστή σκίασης. Ο επιθεωρητής για τους υπολογισμούς λαμβάνει υπόψη τον συντελεστή σκίασης που παρατίθεται στη μελέτη.

Πίνακας 3.21. *Συντελεστής σκίασης από οριζόντιες περσίδες F_{sh}.*

Τύπος περσίδων	Γωνία δ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
			Ν	ΝΑ και ΝΔ	Α και Δ	ΒΑ και ΒΔ	Β
Σταθερές οριζόντιες	30°	θέρμανσης	0,65	0,65	0,64	0,64	0,65
		ψύξης	0,51	0,57	0,61	0,62	0,64
Σταθερές οριζόντιες	45°	θέρμανσης	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
		ψύξης	0,36	0,39	0,44	0,45	0,49
Κινητές οριζόντιες	45°	θέρμανσης	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
		ψύξης	0,03	0,07	0,12	0,23	0,41

3.4. <u>ΑΕΡΙΣΜΟΣ</u>

Για τον υπολογισμό του αερισμού του κτηρίου λαμβάνεται υπόψη ξεχωριστά ο αερισμός από τις διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας του κτηρίου (διείσδυση αέρα από χαραμάδες κουφωμάτων κ.ά.), από τη χρήση φυσικού αερισμού για την επίτευξη άνετων και υγιεινών συνθηκών διαβίωσης και από τη χρήση μηχανικού αερισμού στην περίπτωση που υπάρχει ανάλογη διάταξη.

Οι διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας υπολογίζονται με τη χρήση τιμών αεροστεγανότητας, που αναφέρονται συνολικά στο χώρο, προκειμένου να συμπεριληφθούν οι διαφυγές τόσο από τα κουφώματα (θέσεις συναρμογής με τα περιμετρικά δομικά στοιχεία και θέσεις επαφής των σταθερών πλαισίων με τα κινητά φύλλα), όσο και από άλλες διόδους του κελύφους (αρμούς κ.τ.λ.). Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων λαμβάνεται υπόψη μόνον ο αερισμός λόγω της ύπαρξης των χαραμάδων στα κουφώματα, όπως περιγράφεται ακολούθως.

Ο φυσικός και ο μηχανικός αερισμός πραγματοποιούνται με την ανανέωση του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος, για την επίτευξη αποδεκτών συνθηκών υγιεινής και άνεσης. Στη μεθοδολογία ορίζονται τα απαιτούμενα επίπεδα νωπού αέρα ανάλογα με την κατηγορία και τη χρήση του κτηρίου.

Οι τιμές για τα δύο είδη αερισμού λαμβάνονται ξεχωριστά, δεδομένου ότι ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας έχει συνεχή λειτουργία, ενώ ο αερισμός για την επίτευξη αποδεκτών συνθηκών ποιότητας αέρα πραγματοποιείται μόνο κατά τις ώρες λειτουργίας του κτηρίου. Ο μηχανικός αερισμός αναλύεται στην παράγραφο 4.6.

3.4.1. <u>Αερισμός κτηρίου αναφοράς</u>

Σύμφωνα με την παράγραφο 3.4. του άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ., στο κτήριο αναφοράς για κτήρια κατοικίας θεωρείται ότι εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα, όπως καθορίζονται στην παράγραφο 2.4.3. της παρούσας τεχνικής οδηγίας. Αντίθετα, στο κτήριο αναφοράς, για κτήρια του τριτογενούς τομέα εφαρμόζεται σύστημα μηχανικού αερισμού (παροχή νωπού αέρα ή εξαερισμός ή κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα), προκειμένου να καλυφθούν οι απαιτήσεις σε νωπό αέρα, όπως καθορίζονται στην παράγραφο 2.4.3.

Όσον αφορά στον αερισμό λόγω της ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα (διείσδυση αέρα), σύμφωνα με την παράγραφο 2στ του άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ., το κτήριο αναφοράς θεωρείται ότι διαθέτει αεροστεγανά κουφώματα και ο αερισμός μέσω χαραμάδων ορίζεται σε 5,5 m^3/h και ανά m^2 κουφώματος, για συνθήκες κανονικής ανεμόπτωσης και επιφάνεια ελεύθερη σε ελεύθερα δομημένο σύστημα. Ο αερισμός λόγω χαραμάδων από τα μη ανοιγόμενα τμήματα των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων θεωρείται αμελητέος και δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

Ο αερισμός μέσω τυποποιημένων θυρίδων αερισμού για το κτήριο αναφοράς, λαμβάνεται όπως και στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, ανάλογα με τον τύπο των θυρίδων (καμινάδα, εξαερισμό για συσκευές αερίου) και τον αριθμό αυτών.

3.4.2. <u>Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα)</u>

Ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτηρίου ή θερμικής ζώνης (διείσδυσης του αέρα), πραγματοποιείται μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων του κελύφους (συναρμογές κουφωμάτων με περιμετρικά δομικά στοιχεία, συναρμογή κινητών φύλλων κουφωμάτων) ή των θυρίδων αερισμού (για συσκευές αερίου) ή των καμινάδων εστιών καύσης (τζάκι, θερμάστρα πετρελαίου ή ξύλων κ.ά.), καθώς επίσης και από τους αρμούς των δομικών αδιαφανών επιφανειών του κτηρίου.

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτηριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν.

Ο αερισμός μέσω θυρίδων αερισμού ή καμινάδων εστιών καύσης (τζακιού, θερμάστρας ξύλων ή πετρελαίου κ.ά.), λαμβάνονται κατά περίπτωση και σύμφωνα με το αριθμό των θυρίδων τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου. Στον πίνακα 3.22. δίνονται τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα

ανά θυρίδα αερισμού, που θα λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, τόσο στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, όσο και στο κτήριο αναφοράς.

Πίνακας 3.22. *Τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα από θυρίδα αερισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.*

Είδος θυρίδας	**Διείσδυση αέρα (m^3/h)**
Καμινάδα τζακιού, καπνοδόχος θερμάστρας ξύλου ή πετρελαίου ή άλλης εστίας καύσης	20
Θυρίδες αερισμού, π.χ. για χρήση συσκευών αερίου	10

Ο αερισμός λόγω ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα εξαρτάται από το μήκος των χαραμάδων, την ποιότητα των χαραμάδων (αεροστεγείς ή όχι), το αριθμό (και την επιφάνεια) των ανοιγμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου, καθώς και από την αναλογία εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα (εσωτερικές πόρτες) στο χώρο.

Για τον υπολογισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διείσδυση αέρα) χρησιμοποιείται η σχέση:

$$V_{inf} = \sum (l.\alpha) \cdot R \cdot H \qquad [3.9.]$$

όπου: ℓ [m] το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος (πόρτα, παράθυρο κ.ά.),

α [$m^3/(h.m)$] ο συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος, ανάλογα με την ποιότητα του κουφώματος, που λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.23.,

R [–] ο συντελεστής διεισδυτικότητας, που εξαρτάται από το λόγο επιφανείας των εξωτερικών προς τα εσωτερικά ανοίγματα και λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.24.,

H [–] ο συντελεστής θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης, που λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.25.

Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση του κτηρίου και προκειμένου για τον προσδιορισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων λαμβάνεται συντελεστής R = 0,7, συντελεστής H = 1,87 για κανονική ανεμόπτωση, ελεύθερη θέση και για ελεύθερες όψεις κτηρίου (μη ερχόμενες σε επαφή με όμορου). Μ' αυτές τις παραδοχές και για τις τιμές συντελεστή αεροδιαπερατότητας α, όπως αναγράφονται στον σχετικό πίνακα 3.23, εκτιμήθηκαν τυπικές τιμές του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (δηλαδή λόγω διείσδυσης του αέρα) ανά τετραγωνικό μέτρο ανοίγματος ($m^3/h/m^2$), για τυπικές διατομές κουφωμάτων, όπως δίνονται στον πίνακα 3.26. Σε κάθε περίπτωση εξεταζόμενου κτηρίου και προκειμένου για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του, για τον προσδιορισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων, καταγράφεται ο τύπος και η επιφάνεια των ανοιγμάτων και κατόπιν λαμβάνεται η τιμή αερισμού [$m^3/h/m^2$] λόγω χαραμάδων από τον πίνακα 3.26.

Στην περίπτωση που το κτήριο ή η θερμική ζώνη εφάπτεται με μη θερμαινόμενο χώρο ή με χώρο προσαρτημένου θερμοκηπίου ή με χώρο κυκλοφορίας (διάδρομοι, κ.τ.λ.), η διείσδυση αέρα μεταξύ των δύο χώρων λαμβάνεται μηδενική, σύμφωνα με παραδοχή του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13789:2007.

Πίνακας 3.23. *Συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες ανοιγμάτων για τον υπολογισμό του αερισμού.*

Συντελεστής αεροδιαπερατότητας α		
Υλικό πλαισίου	**Είδος ανοίγματος**	**α [m³/(h.m)]**
Ξύλο	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	3,0
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	2,5
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	2,0
Μέταλλο ή Συνθετικό	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	1,5
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	1,4
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	1,2

Πίνακας 3.24. *Συντελεστής διεισδυτικότητας R για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων.*

Συντελεστής διεισδυτικότητας R		
Εξωτερικό παράθυρο ή πόρτα	**Λόγος εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα**	**R**
Κούφωμα με ξύλινο πλαίσιο	< 3	0,9
	3 ÷ 9	0,7
Κούφωμα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο	< 6	0,9
	≥ 6	0,7

Πίνακας 3.25. *Συντελεστής λόγω θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωση Η για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων.*

Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης Η			
Ανεμόπτωση	**Θέση εξωτερικής επιφάνειας**	**Τρόπος δόμησης**	
		Όψεις σε επαφή με όμορου	**Ελεύθερες όψεις**
Κανονική	Προστατευμένη	0,78	1,10
	Ελεύθερη	1,32	1,87
	Άκρως απροστάτευτη	1,94	2,71
Ισχυρή	Προστατευμένη	1,32	1,87
	Ελεύθερη	1,94	2,71
	Άκρως απροστάτευτη	2,65	3,65

Πίνακας 3.26. *Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφανείας κουφώματος.*

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	**Διείσδυση του αέρα**	
	Πόρτα	**Παράθυρο**
	[m³/h/m²]	**[m³/h/m²]**
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	11,8	15,1
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	9,8	12,5
Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	7,9	10,0
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	7,4	8,7
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	5,3	6,8
Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	4,8	6,2
Γυάλινες προσόψεις		
Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

3.4.3. <u>Φυσικός αερισμός</u>

Ο φυσικός αερισμός εφαρμόζεται μόνο στις κατοικίες, ενώ στα κτήρια του τριτογενούς τομέα η απαίτηση για νωπό αέρα καλύπτεται με σύστημα μηχανικού αερισμού, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4.6.

Ο φυσικός αερισμός των χώρων εφαρμόζεται μέσω της χρήσης των υφιστάμενων κουφωμάτων και καταγράφεται σε m^3/s. Εάν ένα κτήριο δεν διαθέτει μηχανικό αερισμό (μέσω κλιματιστικής μονάδας διαχείρισης αέρα ή άλλου συστήματος αερισμού), ως φυσικός αερισμός λαμβάνονται τα κατώτερα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα στο χώρο (βάσει κανονισμών), όπως αναφέρονται στην παράγραφο 2.4.3. Όταν υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού σε ένα χώρο κατοικίας, τότε κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης, ο φυσικός αερισμός μειώνεται κατά το ποσό του νωπού αέρα που προσάγεται από το σύστημα μηχανικού αερισμού στο χώρο.

Σύμφωνα με την παράγραφο 3.4. του άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ. για τον αερισμό των κτηρίων (μηχανικό ή φυσικό), προβλέπεται ότι:

- στο κτήριο αναφοράς των κατοικιών εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις, όπως καθορίζονται στην παράγραφο 2.4.3. αυτής της τεχνικής οδηγίας,

- στα κτήριο αναφοράς του τριτογενούς τομέα εφαρμόζεται σύστημα μηχανικού αερισμού όπως περιγράφεται στην ενότητα 4.6.

Ο συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού, που υποδηλώνει το μέσο ποσοστό του χρόνου (καθ' όλη τη διάρκεια του έτους) κατά τον οποίο εφαρμόζεται φυσικός αερισμός, υπολογίζεται από την ποσότητα του απαιτούμενου νωπού αέρα που δίνεται στην παράγραφο 2.4.3. και τη διάρκεια λειτουργίας του κτηρίου. Για τα κτήρια κατοικίας η διάρκεια λειτουργίας θεωρείται κατά σύμβαση ίση με 18 ώρες (πίνακας 2.1.) και στο χρόνο αυτό γίνεται ισοκατανομή του απαιτούμενου νωπού αέρα, προκειμένου να εκτιμηθεί ο ρυθμός παροχής φυσικού αερισμού σε m^3/s.

Ο αερισμός λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διεισδυτικός αερισμός) καθορίζεται ανάλογα με το είδος των κουφωμάτων, επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτηρίου και καθορίζεται σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο.

3.4.4. Αερισμός μη θερμαινόμενων και ηλιακών χώρων

Για τους μη θερμαινόμενους χώρους ή ηλιακούς χώρου, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13789 E2:2009, ο συνολικός αερισμός των χώρων (φυσικός αερισμός και διείσδυση), λαμβάνεται από τον πίνακα 3.27., ανάλογα την περίπτωση.

Πίνακας 3.27. *Συνολικός αερισμός για μη θερμαινόμενους χώρους.*

Τύπος αεροστεγανότητας	**Παροχή αέρα ανά όγκο μη θερμαινόμενου χώρου [$m^3/h/m^3$]**
Δεν υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα*	0,1
Υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, με επαρκή αεροστεγανότητα	0,5
Υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, με ανεπαρκή αεροστεγανότητα	1,0
Υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, με φθορές και συνεχή αερισμό	3,0

*Εξαιρούνται τα κουφώματα του λεβητοστασίου που είναι υποχρεωτικά.

3.5. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.), τα οποία έχουν επιλεγεί και διαστασιολογηθεί κατά το σχεδιασμό του κτηρίου. Για το σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση ενός Π.Η.Σ. θα λαμβάνονται υπόψη τα όσα αναφέρονται σε σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

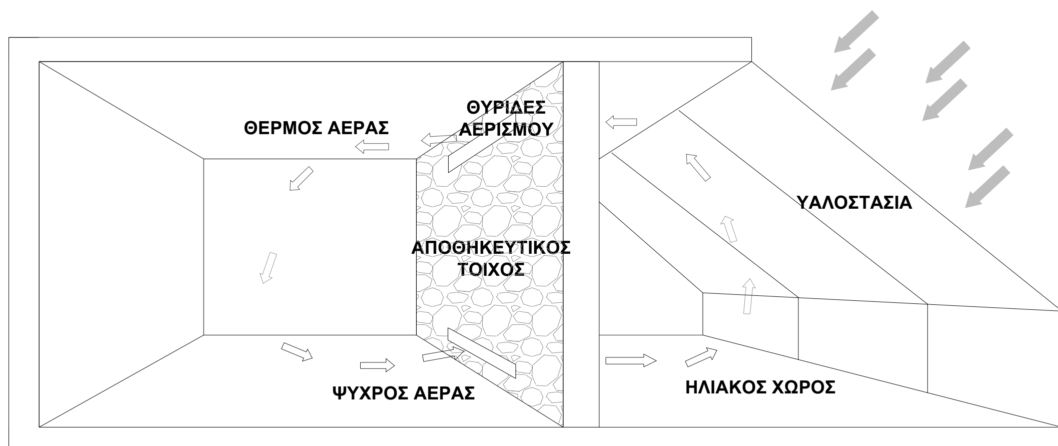
Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ., τα παθητικά ηλιακά συστήματα που πιθανώς ενσωματώνονται στο εξεταζόμενο κτήριο δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτήριο αναφοράς, εκτός από το σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους. Σ' αυτήν την περίπτωση, στο κτήριο αναφοράς τα ιδιαίτερα δομικά στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στον πίνακα 3.3α. αυτής της τεχνικής οδηγίας.

Ως παθητικό ηλιακό σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους, νοούνται τα ανοίγματα νότιου προσανατολισμού ή με απόκλιση ±30^{o} από το νότο. Τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους κατασκευάζονται σε συνδυασμό με ειδικές εσωτερικές επιφάνειες μεγάλης θερμοχωρητικότητας, ώστε να αποθηκεύεται η θερμική ενέργεια. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου με άμεσο ηλιακό κέρδος η διαφοροποίηση του ως προς το κτήριο αναφοράς, είναι η επιπλέον αύξηση της ειδικής θερμοχωρητικότητας των εσωτερικών επιφανειών στους χώρους που ηλιάζονται.

Για το υπολογισμό της συνεισφοράς των παθητικών ηλιακών συστημάτων στην ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός και καταγραφή διαφόρων παραμέτρων που σχετίζονται με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παθητικών ηλιακών συστημάτων και αναφέρονται αναλυτικά στη μελέτη σχεδιασμού που περιλαμβάνεται στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη στους υπολογισμούς τις εξής παραμέτρους:

- Τον τύπο του παθητικού ηλιακού συστήματος: άμεσου ηλιακού κέρδους και έμμεσου κέρδους, όπως το προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακός χώρος), ο τοίχος Trombe, ο τοίχος μάζας κ.ά.
- Τη διαφανή επιφάνεια του παθητικού ηλιακού συστήματος σε m^2. Ανάλογα με το παθητικό ηλιακό σύστημα, προσδιορίζεται η διαφανής επιφάνεια (υαλοστάσιο), τόσο ως προς τη γεωμετρία της [m^2], όσο και ως προς τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών όπως τη θερμοπερατότητα, την ηλιακή διαπερατότητα, την ανακλαστικότητα και τη διείσδυση του αέρα (m^3/sec). Επίσης καταγράφεται ο συντελεστής σκίασης, ο προσανατολισμός, η κλίση της επιφάνειας και η νυχτερινή προστασία.
- Για τα παθητικά ηλιακά συστήματα άμεσου κέδρους τον προσδιορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών και της γεωμετρίας των εσωτερικών επιφανειών του χώρου, η οποία λαμβάνεται υπόψη ως επιφάνεια υψηλής θερμικής μάζας που αποθηκεύει τη θερμική ενέργεια από τον ήλιο. Γι' αυτές τις επιφάνειες προσδιορίζεται το πάχος τους [m], η θερμοχωρητικότητα τους [kJ/kg.K], η θερμοπερατότητά τους [W/(m^2.K)] και η απορροφητικότητα τους στην ηλιακή ακτινοβολία.
- Για τα παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους, τον προσδιορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του αδιαφανούς δομικού στοιχείου που χρησιμοποιείται ως στοιχείο αποθήκευσης (τοίχου Trombe, τοίχου μάζας κ.ά.). Γι' αυτές τις επιφάνειες προσδιορίζεται το πάχος τους (m), η θερμοχωρητικότητα τους [kJ/kg.K], η θερμοπερατότητά τους [W/(m^2.K)] και η απορροφητικότητα τους στην ηλιακή ακτινοβολία και η εκπεμπτικότητα τους στη θερμική ακτινοβολία.
- Για τα παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους με τοίχο Trombe ή τοίχο θερμικής μάζας, τον προσδιορισμό επίσης της απόστασης διακένου (cm) μεταξύ κουφώματος και αδιαφανούς αποθηκευτικής επιφάνειας (τοίχου Trombe ή τοίχου μάζας), την κυκλοφορία αέρα αν

εφαρμόζεται μεταξύ του διακένου του παθητικού ηλιακού συστήματος και του εξωτερικού περιβάλλοντος, καθώς και την κυκλοφορία αέρα μεταξύ του διακένου του παθητικού ηλιακού συστήματος και του εσωτερικού χώρου του κτηρίου μέσω κατάλληλων θυρίδων κυκλοφορίας αέρα. Για τις θυρίδες αερισμού προσδιορίζεται και η επιφάνειας τους (m^2).



Σχήμα 3.11. *Τα πλέον συνήθη παθητικά ηλιακά συστήματα.*

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, προς το παρόν δεν λαμβάνονται, υπόψη τα παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους με τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας, μέχρι επιλύσεως υπολογιστικών διαφορών που έχουν δημοσιευθεί στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τα αντίστοιχα ευρωπαϊκά πρότυπα. Ο τελικός καθορισμός των τεχνικών χαρακτηριστικών των Π.Η.Σ. όπως θα λαμβάνονται στους υπολογισμούς θα γίνει με επικαιροποίηση της παρούσας. Προς το παρόν στην περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας τότε στους υπολογισμούς, λαμβάνεται ότι η επιφάνεια του Π.Η.Σ. είναι μια συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{V\text{-}W}$ [W/(m²K)] το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη κλιματική ζώνη που δίνεται στον πίνακα 3.3. για τους εξωτερικούς τοίχους σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, συντελεστής σκίασης, απορροφητικότητα και συντελεστής εκπομπής στην θερμική ακτινοβολία, λαμβάνονται όπως οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς.

4. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Εκτός από τον κατάλληλο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και τις αντίστοιχες επιλογές για τα στοιχεία του κελύφους του κτηρίου, ώστε να περιοριστούν κατά το δυνατόν περισσότερο τα θερμικά / ψυκτικά φορτία, σημαντικό ρόλο παίζει και ο σωστός σχεδιασμός των εγκαταστάσεων θέρμανσης - ψύξης - κλιματισμού (Θ.Ψ.Κ.), ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.), φωτισμού, καθώς και όλων των υπόλοιπων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων. Ο μελετητής οφείλει να σχεδιάζει αυτές τις εγκαταστάσεις με βασικό στόχο τη βέλτιστη λειτουργία τους και τον περιορισμό των καταναλώσεων ενέργειας στο ελάχιστο, λαμβάνοντας υπόψη:

- τη χρήση του κτηρίου: κατοικία, γραφείο, εμπορικό κατάστημα κ.ά.,
- το προφίλ λειτουργίας: ωράριο, χρήστες, εσωτερικές συνθήκες κ.ά.,
- τους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου που έχουν διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό (θερμικές ζώνες),
- τη θέση του κτηρίου: κλιματικά δεδομένα, προσανατολισμός, ηλιασμός,
- τη δυνατότητα αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: θερμικά ηλιακά, φωτοβολταϊκά, γεωθερμία κ.ά.,
- τη δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού,
- τα διαθέσιμα στην αγορά συστήματα παραγωγής - διανομής Θ.Ψ.Κ. & Ζ.Ν.Χ. με υψηλό βαθμό απόδοσης,
- τα διαθέσιμα στην αγορά συστήματα αυτομάτου ελέγχου για τη σωστή διαχείριση και εξοικονόμηση ενέργειας,
- την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κάθε συστήματος.

Στον Κ.Εν.Α.Κ. καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές (απαιτήσεις) για τις Η/Μ εγκαταστάσεις των νέων και ριζικώς ανακαινιζόμενων κτηρίων, καθώς επίσης και οι προδιαγραφές του κτηρίου αναφοράς, το οποίο αποτελεί μέτρο σύγκρισης τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου.

Ο μελετητής έχει την δυνατότητα και ενθαρρύνεται στην εφαρμογή τεχνολογιών με ακόμη καλύτερες προδιαγραφές και απόδοση από τις ελάχιστες απαιτούμενες και αυτές του κτηρίου αναφοράς, ώστε η τελική ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου να είναι υψηλότερη της κατηγορίας Β. Στα περισσότερα κτήρια, και ιδιαίτερα σε αυτά που βρίσκονται εκτός αστικού ιστού, σε αραιοκατοικημένες περιοχές, υπάρχει συχνά αυξημένη δυνατότητα για αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και περαιτέρω περιορισμό της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων.

Σε κάθε περίπτωση, η εγκατάσταση και χρήση συστημάτων που καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες κτηρίων προϋποθέτει την τήρηση των γενικότερων απαιτήσεων που τίθενται από σχετικές διατάξεις (π.χ. Οδηγία 2009/142/ΕΚ σχετικά με τις συσκευές αερίου), όπως αυτή αποδεικνύεται από τη σήμανση CE.

Σ' αυτήν την ενότητα καθορίζονται όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με τις εγκαταστάσεις Θ.Ψ.Κ. και Ζ.Ν.Χ. και που απαιτούνται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσής του κτηρίου, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Οι παράμετροι των συστημάτων Θ.Ψ.Κ. και Ζ.Ν.Χ. που απαιτούνται στους υπολογισμούς αφορούν κυρίως στα τεχνικά χαρακτηριστικά και στις συνθήκες λειτουργίας των εγκαταστάσεων όπως στη θερμική ή/και ψυκτική ισχύ, στις αποδόσεις και στις απώλειες επί μέρους συστημάτων, σε συστήματα διαχείρισης λειτουργίας κ.ά. Οι αποδόσεις διαμορφώνονται ανάλογα με τη διαστασιολόγηση των συστημάτων, την ποιότητα κατασκευής τους, την παλαιότητα τους, τη συντήρησή τους, αλλά και την ορθολογική χρήση τους. Επίσης οι επί μέρους διατάξεις αυτόματου ελέγχου και η ρύθμιση των παραμέτρων λειτουργίας των συστημάτων επιδρούν σημαντικά στην τελική απόδοσή τους.

Ειδικότερα για τον αερισμό των κτηρίων, πρέπει να σημειωθεί ότι στα κτήρια κατοικιών, όπως και στο κτήριο αναφοράς εφαρμόζεται φυσικός αερισμός. Σε περίπτωση που στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο κατοικίας εφαρμόζεται μηχανικός αερισμός, δεν θα αγνοείται και στο κτήριο αναφοράς.

Στα κτήρια του τριτογενούς τομέα επιβάλλεται να εφαρμόζεται μηχανικός αερισμός (μέσω κεντρικών κλιματιστικών μονάδων ή/και μέσω μηχανικού αερισμού προσαγωγής νωπού ή/και μέσω συστήματος εξαερισμού), ώστε να καλύπτεται η απαίτηση για νωπό αέρα, όπως ορίζεται στον πίνακα 2.3. Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο του τριτογενούς τομέα δεν διαθέτει σύστημα μηχανικού αερισμού, τότε κατά τους υπολογισμούς θεωρείται ότι διαθέτει σύστημα αερισμού (προκειμένου να εξασφαλίζεται ο απαραίτητος αερισμός) χωρίς ανάκτηση θερμότητας και συγκρίνεται με το αντίστοιχο κτήριο αναφοράς που θα διαθέτει σύστημα μηχανικού αερισμού, αλλά και σύστημα ανάκτησης θερμότητας.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής θα λαμβάνει υπόψη του κατ' αρχάς τις παραμέτρους των συστημάτων Θ.Ψ.Κ. και Ζ.Ν.Χ. που θα έχουν καταγραφεί κατά την επιθεώρηση λεβήτων, εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού ή αυτές που θα καθορίζονται στις τελικές Η/Μ μελέτες εφαρμογής του κτηρίου (όπου υπάρχουν). Σε περίπτωση έλλειψης των απαραίτητων δεδομένων (κυρίως σε υφιστάμενες παλιές κτηριακές εγκαταστάσεις), δίνονται κατά περίπτωση τυπικές τιμές για τις παραμέτρους που πρέπει να καθοριστούν ως δεδομένα στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και παρατίθενται στις επόμενες παραγράφους.

4.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ

Το σύστημα ή τα συστήματα θέρμανσης που εξυπηρετούν ένα κτήριο ή τμήμα αυτού, σχεδιάζονται και διαστασιολογούνται έτσι, ώστε να καλύπτουν τις απαιτήσεις θέρμανσης στις δυσμενέστερες εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα), όπως αυτές προδιαγράφονται στου σχετικούς κανονισμούς και οδηγίες (τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. «Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές»).

Κατά την πραγματική περίοδο θέρμανσης οι εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος μεταβάλλονται συνεχώς, τόσο σε ημερήσια όσο και σε ωριαία βάση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε σύστημα θέρμανσης να λειτουργεί για το μεγαλύτερο διάστημα της περιόδου θέρμανσης σε συνθήκες μερικού φορτίου, που συνεπάγεται μείωση της πραγματικής απόδοσής του σε σχέση με την ονομαστική.

Ο σχεδιασμός του συστήματος θέρμανσης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την πραγματικότητα και να προβλέπει την κάλυψη των μερικών φορτίων με κατά το δυνατόν αυξημένο βαθμό απόδοσης λειτουργίας, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, το ωράριο λειτουργίας και τη διακύμανση των θερμικών αναγκών του κτηρίου. Προς αυτήν την κατεύθυνση η χρήση πολυβάθμιων λεβήτων ή/και η χρήση περισσότερων του ενός λεβήτων διαφορετικής ισχύος, ιδιαίτερα σε εγκαταστάσεις μεγάλης θερμικής ισχύος, συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της απόδοσης λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης.

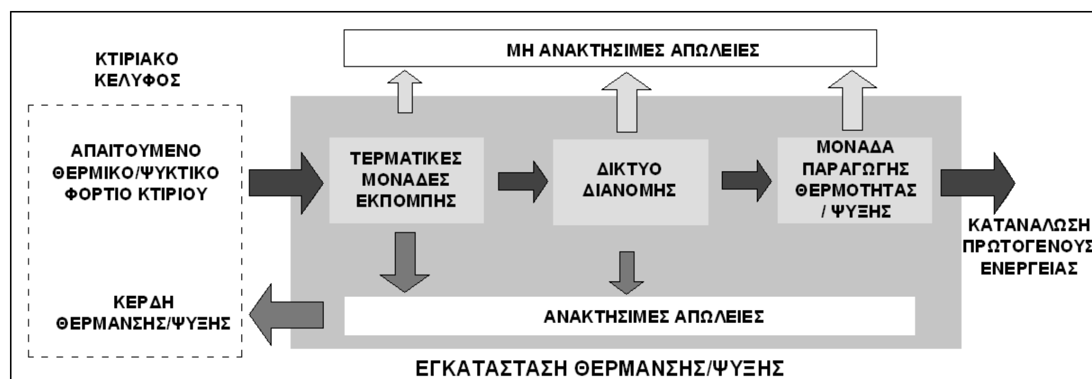
Για κάθε σύστημα θέρμανσης του κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης του κτηρίου, πρέπει να προσδιορίζονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά που εισάγονται ως δεδομένα στους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων.

Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για το σύστημα θέρμανσης χώρων είναι οι αποδόσεις των μονάδων παραγωγής θερμότητας, του δικτύου διανομής και των τερματικών μονάδων εκπομπής (απόδοσης) θερμότητας (σχήμα 4.1.).

Οι περισσότερο διαδεδομένες μονάδες παραγωγής θερμότητας για θέρμανση χώρων που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτήρια είναι λέβητες θερμού νερού, πετρελαίου, αερίου, όπου ως «αέριο καύσιμο» νοείται κάθε καύσιμο που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση σε θερμοκρασία 15 °C και πίεση 1 bar (π.χ. φυσικό αέριο, υγραέριο), ή ηλεκτρικοί (σε μικρές εγκαταστάσεις) και πολύ σπάνια λέβητες βιομάζας κ.ά. Επίσης αρκετά σημαντικό είναι και το ποσοστό των κτηρίων (κυρίως κατοικιών), που χρησιμοποιούν ηλεκτρικές μονάδες για τη θέρμανση των χώρων (ηλεκτρικά σώματα διαφόρων τύπων, άμεσης απόδοσης ή θερμοσυσσώρευσης κ.ά.).

Σε μικρότερο ποσοστό και κυρίως σε κτήρια του τριτογενούς τομέα (όπου απαιτείται και ψύξη), οι μονάδες παραγωγής θερμότητας είναι ηλεκτρικές αντλίες θερμότητας νερού ή άμεσης εξάτμισης. Σε λίγες περιπτώσεις γίνεται χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργεια (π.χ. ηλιακών συλλεκτών, γεωθερμίας).

Τέλος, σε πολύ περιορισμένη κλίμακα στα ελληνικά κτήρια εφαρμόζονται συστήματα τηλεθέρμανσης (κοντά σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής της Δ.Ε.Η.) ή/και συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης (Σ.Η.Θ.).



Σχήμα 4.1. *Διάγραμμα διαδικασίας λειτουργίας εγκατάστασης θέρμανσης / ψύξης.*

4.1.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς

Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης για το κτήριο αναφοράς, όπως ορίζονται στην παράγραφο 3.1. του άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ., είναι τα εξής:

α) Το κτήριο αναφοράς διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας. Εφόσον το κτήριο είναι συνδεδεμένο με κεντρικό δίκτυο τηλεθέρμανσης, τότε στο κτήριο αναφοράς θα λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εναλλάκτη θερμότητας τηλεθέρμανσης. Για τη διαστασιολόγηση της εγκατάστασης θέρμανσης εφαρμόζεται η ισχύουσα Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., ώστε να διασφαλίζεται η κάλυψη των φορτίων στις συνθήκες σχεδιασμού το χειμώνα.

Ο κεντρικός λέβητας θα είναι πιστοποιημένος με βαθμό ενεργειακής απόδοσης τριών αστέρων (***), σύμφωνα με το Π.Δ. 335/1993 (Φ.Ε.Κ. 143). Επειδή το νέο ΠΔ 32/2010 καταργεί την σήμανση των συστημάτων λέβητα-καυστήρα με αστέρια, για τον λόγο αυτό στην παρούσα τεχνική οδηγία, οι ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές του συστήματος θέρμανσης όσον αφορά την θερμική τους απόδοση θα ορίζονται πλέον αριθμητικά. Στον πίνακα 4.1. καθορίζεται η απόδοση του λέβητα - καυστήρα του κτηρίου αναφοράς ανάλογα με την ονομαστική ισχύ της μονάδας.

β) Το κτήριο αναφοράς διαθέτει θερμοστατικό έλεγχο της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη του.

γ) Το κτήριο αναφοράς διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης.

δ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης, θεωρείται ότι θερμαίνεται όπως ακριβώς και το κτήριο αναφοράς. Σ' αυτήν την περίπτωση η απόδοση του λέβητα - καυστήρα για το κτήριο αναφοράς είναι 93,5%, καθώς επίσης και στην περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει οποιοδήποτε άλλο σύστημα θέρμανσης εκτός από κεντρικό λέβητα, τηλεθέρμανση και αντλίες θερμότητας.

ε) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο κατοικίας θερμαίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας, θεωρείται ότι και το κτήριο αναφοράς διαθέτει τοπικά συστήματα (αντλίες θερμότητας ενός ή πολλαπλών εσωτερικών στοιχείων), με συντελεστή συμπεριφοράς COP = 3,2. Η χρήση αντλίας θερμότητας με χαμηλότερο συντελεστή συμπεριφοράς, παρουσιάζει μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σύστημα λέβητα.

στ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο τριτογενούς τομέα θερμαίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας, θεωρείται ότι και το κτήριο αναφοράς διαθέτει τοπικά ή/και κεντρικά συστήματα θέρμανσης με συντελεστή συμπεριφοράς COP = 3,2 για αερόψυκτα συστήματα και COP = 4,3 για υδρόψυκτα. Για όλες τις άλλες περιπτώσεις που το εξεταζόμενο κτήριο θερμαίνεται με την χρήση αντλιών θερμότητας άλλου τύπου (π.χ. γεωθερμική ή με θαλασσινό νερό), θεωρείται ότι το κτήριο αναφοράς διαθέτει αντλία θερμότητας με συντελεστή συμπεριφοράς COP = 3,5.

ζ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο κατοικίας ή τριτογενή τομέα, σε επίπεδο κτηρίου ή θερμικής ζώνης διαθέτει διαφορετικά του ενός συστήματα θέρμανσης, π.χ. λέβητα και αντλία θερμότητας, τότε το κτήριο αναφοράς, στο σύνολό του ή σε επίπεδο θερμικής ζώνης, διαθέτει τα αντίστοιχα συστήματα με το εξεταζόμενο κτήριο και με τα αντίστοιχα τεχνικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στις προηγούμενες περιπτώσεις α, δ, ε και στ.

Πίνακας 4.1. Θερμική απόδοση λέβητα - καυστήρα κτηρίου αναφοράς.

Θερμική απόδοση (%) λέβητα - καυστήρα σε ονομαστική ισχύ Pn, και μέση θερμοκρασία νερού του λέβητα 70°C για το κτήριο αναφοράς							
Ονομαστική ισχύς (kW)	4 έως 25	>25 έως 50	>50 έως 100	>100 έως 200	>200 έως 300	>300 έως 400	> 400
Απόδοση λέβητα - καυστήρα	91,9	92,5	93,0	93,4	93,8	94,1	94,4

4.1.2. Απόδοση μονάδας παραγωγής θερμότητας

Κάθε μονάδα παραγωγής θερμότητας έχει μια ονομαστική θερμική απόδοση σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή. Η πραγματική όμως απόδοση λειτουργίας μιας μονάδας θέρμανσης διαφοροποιείται και εξαρτάται από την περίοδο θέρμανσης (ανάλογα με την κλιματική ζώνη), το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου και κατ’ επέκταση της μονάδας θέρμανσης, τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας των χώρων, τις διατάξεις αυτοματισμών (θερμοστάτες αντιστάθμισης), τη σωστή διαστασιολόγηση της μονάδας κ.ά. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου απαιτείται να προσδιοριστεί ο μέσος βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης.

Εκτός από το μέσο εποχικό βαθμό απόδοσης των μονάδων θέρμανσης, σημαντική είναι και η επίδραση των διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου & ρύθμισης λειτουργίας της μονάδας. Εάν η κεντρική μονάδα παραγωγής θερμότητας ελέγχεται από κεντρικό σύστημα διαχείρισης ενέργειας (BEMS), τότε θεωρείται πως υπάρχει κάποια μείωση στην κατανάλωση ενέργειας. Οι συντελεστές μείωσης κατανάλωσης ενέργειας καθορίζονται στην παράγραφο 5.2. για διάφορες περιπτώσεις. Αντίστοιχα, το

ίδιο γίνεται και για κάθε άλλη διάταξη αυτόματου ελέγχου που εφαρμόζεται στις εγκαταστάσεις θέρμανσης του κτηρίου.

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης, τότε θεωρείται ότι θερμαίνεται όπως το κτήριο αναφοράς, με λέβητα θερμού νερού με καυστήρα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας (90 έως 70^oC) και θερμική απόδοση 93,5%. Αντίστοιχα, όταν το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει συστήματα θέρμανσης, τα οποία καλύπτουν τμήμα του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης (δηλαδή δεν ικανοποιούνται οι συνθήκες θερμικής άνεσης, παράγραφος 2.4), τότε θεωρείται ότι το υπόλοιπο μη θερμαινόμενο τμήμα θερμαίνεται όπως το κτήριο αναφοράς, με λέβητα θερμού νερού με καυστήρα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας (90 έως 70^oC) και θερμική απόδοση 93,5%.

4.1.2.1. Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα - καυστήρα

Ο μελετητής χρησιμοποιεί την ονομαστική ισχύ της μονάδας λέβητα-καυστήρα που αναφέρεται στη μελέτη διαστασιολόγησης της μονάδας θέρμανσης, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Για τον υπολογισμό της θερμικής απόδοσης της μονάδας λέβητα-καυστήρα, όταν δεν αναφέρεται στις τεχνικές προδιαγραφές, χρησιμοποιούνται οι σχέσεις που δίνονται στο Π.Δ. 335/1993 (πίνακας 4.2.) και αφορούν στην ελάχιστη απαιτούμενη θερμική απόδοση ανά τύπο λέβητα, που διατίθεται στην ελληνική αγορά.

Πίνακας 4.2. *Ελάχιστη θερμική απόδοση λέβητα-καυστήρα σύμφωνα με το Π.Δ. 335/1993 Φ.Ε.Κ. 143*

Τύπος λέβητα	**Απαίτηση απόδοσης [%] σε ονομαστική ισχύ P_n (πλήρες φορτίο) και σε μέση θερμοκρασία του νερού του λέβητα 70^oC**
Συνήθεις λέβητες	$\geq 84 + 2 \cdot \text{λογ}P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)
Λέβητες χαμηλής θερμοκρασίας ή συμπύκνωσης υγρών καυσίμων	$\geq 87{,}5 + 1{,}5 \cdot \text{λογ}P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)
Λέβητες συμπύκνωσης αερίων καυσίμων	$\geq 91 + 1 \cdot \text{λογ}P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)

Για όλες τις υφιστάμενες μονάδες θέρμανσης χώρων λέβητα - καυστήρα ο πραγματικός βαθμός απόδοσης και η πραγματική θερμική ισχύς P_m προσδιορίζονται από την ανάλυση καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 189533/2011 και αναγράφονται στο φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης. Ο επιθεωρητής λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική θερμική ισχύ του λέβητα P_m, ελέγχει την περίπτωση υπερδιαστασιολόγησης της μονάδας λέβητα -καυστήρα, συγκρίνοντας την με την υπολογιζόμενη θερμική ισχύ P_{gen} στη μελέτη εφαρμογής θέρμανσης του κτηρίου. Σε περίπτωση που μια τέτοια μελέτη εφαρμογής θέρμανσης δεν υπάρχει, ο επιθεωρητής συγκρίνει την πραγματική θερμική ισχύ P_m της μονάδας με αυτήν που υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_{gen} = A \cdot U_m \cdot \Delta T \cdot 2{,}5 \qquad [4.1.]$$

όπου: P_{gen} [W] η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτηρίου,

A [m^2] η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτήρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους

χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος, όπως λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου.

U_m, [W/(m^2.K)] ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A.

Ανάλογα με την ηλικία του κτηρίου ο U_m λαμβάνει τις τιμές:

- 3,5 W/(m^2.K) ή όπως υπολογίζεται από τον επιθεωρητή, για κτήρια πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (οικοδομικές άδειες πριν από το 1980),
- 1,55 W/(m^2.K) για την Α κλιματική ζώνη,
  1,20 W/(m^2.K) για τη Β κλιματική ζώνη και
  0,95 W/(m^2.K) για τη Γ κλιματική ζώνη,
  για κτήρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτήρια πριν από την ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτηριακό κέλυφος.
- Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης (μελέτη ενεργειακής απόδοσης) για κτήρια μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

ΔΤ [^{o}C] ή [K] η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος:

- 18^{o}C για την Α κλιματική ζώνη,
- 20^{o}C για τη Β κλιματική ζώνη,
- 23^{o}C για τη Γ και κλιματική ζώνη και
- 28^{o}C για τη Δ κλιματική ζώνη.

Αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές εκτιμήθηκαν βάσει των ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα που παρατηρούνται στις αντίστοιχες κλιματικές ζώνες.

2,5 συντελεστής που περιλαμβάνει τα φορτία λόγω αερισμού (διείσδυση από χαραμάδες) αλλά και τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κ.τ.λ.

Σε περίπτωση που η υφιστάμενη μονάδα λέβητα-καυστήρα του κτηρίου, καλύπτει παράλληλα τις ανάγκες για θέρμανση χώρων και παροχής ζεστού νερού χρήσης, τότε στη σχέση 4.1 θα πρέπει να προστεθεί και το θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης.

Στην περίπτωση που η υπολογιζόμενη μέγιστη θερμική ισχύς P_{gen} είναι μικρότερη από 20 kW, τότε λαμβάνεται ίση με 20kW.

Στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση, χρησιμοποιείται ο βαθμός απόδοσης (n_{gen}), που προκύπτει από τον πραγματικό βαθμό απόδοσης της μονάδας λέβητα - καυστήρα (n_{gm}), όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση καυσαερίων στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις ή όπως δίνεται από τις τεχνικές προδιαγραφές των εγκαταστάσεων για τα υπό μελέτη κτήρια, μειωμένος κατά το συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης (n_{g1}) και το συντελεστή μόνωσης λέβητα (n_{g2}) που δίνονται στους πίνακες 4.3. και 4.4.

Έτσι, ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης (n_{gen}) προκύπτει:

$$n_{gen} = n_{gm} \cdot n_{g1} \cdot n_{g2} \qquad [4.2.]$$

Για τους πολυβάθμιους λέβητες-καυστήρες, στον έλεγχο υπερδιαστασιολόγησης, ως πραγματική θερμική ισχύ P_m λαμβάνεται η πραγματική ισχύς της πρώτης βαθμίδας της μονάδας λέβητα-καυστήρα, και όχι η συνολική. Η ισχύς της πρώτης βαθμίδας P_m χρησιμοποιείται και για τον υπολογισμό του λόγου της πραγματικής προς την υπολογιζόμενη θερμική ισχύ (P_m/P_{gen}), για τον προσδιορισμό του

συντελεστή βαρύτητας n_{g1}, (πίνακας 4.3.). Για το κτήριο αναφοράς και οι δύο συντελεστές βαρύτητας n_{g1} & n_{g2} ισούται με την μονάδα.

Για τους τοπικούς (π.χ. επίτοιχους) λέβητες αερίου παραγωγής θερμότητας ή/και ΖΝΧ (μονάδες ροής), ο βαθμός απόδοσης λαμβάνεται ίσος με το βαθμό απόδοσης που δίνουν οι προδιαγραφές του κατασκευαστή και βάσει της πιστοποίησης του. Για τους τοπικούς λέβητες δεν λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές για υπερδιαστασιολόγηση.

Πίνακας 4.3. *Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} μονάδας λέβητα - καυστήρα.*

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen})	**Συντελεστής βαρύτητας n_{g1}**
Λέβητας με υπερδιπλάσια ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,75
Λέβητας με ισχύ μεγαλύτερη από 50% μέχρι και 100% από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,85
Λέβητας με ισχύ μεγαλύτερη από 25% μέχρι και 50% από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,95
Λέβητας με ισχύ μέχρι και 25% μεγαλύτερη από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	1,00

Πίνακας 4.4. *Συντελεστής μόνωσης n_{g2} μονάδας λέβητα - καυστήρα.*

Ονομαστική ισχύς (kW)	20 - 100	100 - 200	200 - 300	300 - 400	≥ 400
Λέβητας με μόνωση Σε καλή κατάσταση μόνωσης	1,0				
Λέβητας γυμνός ή με κατεστραμμένη μόνωση	0,936	0,949	0,948	0,951	0,952

4.1.2.2. Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας

Για τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων, η απόδοση καθορίζεται από το συντελεστή επίδοσης (COP) ή αλλιώς συντελεστή συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για θέρμανση), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Διευκρινίζεται πως κατά σύμβαση στον Κ.Εν.Α.Κ. και σ' αυτήν την τεχνική οδηγία ο όρος COP αντιστοιχεί στην απόδοση των αντλιών θερμότητας (Α/Θ) μόνο σε λειτουργία θέρμανσης. Η τιμή του COP προσδιορίζεται σε συγκεκριμένες συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος και θερμοκρασίας παροχής και επιστροφής θερμικού μέσου. Η απόδοση των αντλιών θερμότητας εξαρτάται επίσης και από την πηγή θερμότητας που αξιοποιούν για τη λειτουργία τους και η οποία μπορεί να είναι ο αέρας, το έδαφος, τα υπόγεια & επιφανειακά νερά, το θαλασσινό νερό, τα καυσαέρια κινητήρων (π.χ. Σ.Η.Θ.), η ηλιακή ενέργεια κ.ά.

Από τη μεταβολή του συντελεστή επίδοσης COP σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας και ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες εκτιμάται ο ολικός εποχικός συντελεστής επίδοσης κάθε συστήματος. Ο μέσος (ανηγμένος) εποχικός συντελεστής επίδοσης SCOP για τις περισσότερες περιοχές της χώρας είναι μεγαλύτερος από τον ονομαστικό COP, επειδή η μέση θερμοκρασία κατά τη χειμερινή περίοδο είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία αέρα ονομαστικής λειτουργίας που είναι 7^{o}C. Για μεγαλύτερη ακρίβεια στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου συνιστάται η χρήση του μέσου εποχικού συντελεστή επίδοσης των αντλιών θερμότητας. Στον πίνακα 4.5. δίνονται τυπικές τιμές του μέσου εποχικού ολικού (συμπεριλαμβανομένης και της βοηθητικής ηλεκτρικής ισχύος κυκλοφορητών)

συντελεστή επίδοσης SCOP για μονάδες αντλιών θερμότητας, ανάλογα με την πηγή θερμότητας ή καταβόθρα (αέρα, έδαφος κ.ά.) και τη θερμοκρασία θερμικού μέσου T, όπως δίνονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15316.4.2:2008. Αυτές οι τιμές διαφοροποιούνται στην αγορά σημαντικά ανάλογα με την τεχνολογία και το σχεδιασμό της συνολικής εγκατάστασης.

Πίνακας 4.5. *Μέσος ολικός εποχικός συντελεστής επίδοσης SCOP για μονάδες αντλιών θερμότητας για διάφορες θερμοκρασίες θερμικού μέσου (ΕΛΟΤ EN 15316.4.2:2008).*

Πηγή θερμότητας	Κτήρια τριτογενούς τομέα			Κτήρια κατοικιών	
	T < 35°C	35°C ≤ T < 45°C	45°C ≤ T < 55°C	T < 35°C	35°C ≤ T < 45°C
Εξωτερικός αέρας	3,4	3,1	2,8	3,7	3,3
Έδαφος	5,5	5,1	4,7	3,8	3,4
Θερμότητα από καυσαέρια (π.χ. Σ.Η.Θ.)	6,1	5,1	4,4	--	--
Υπόγειο ή θαλασσινό νερό	4,7	4,2	3,6	4,5	4,1
Επιφανειακά νερά	4,1	3,7	3,3	--	--

Επειδή η εκτίμηση του μέσου εποχικού συντελεστή επίδοσης SCOP δεν είναι εύκολη, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνεται κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ως τελική θερμική απόδοση ο ονομαστικός συντελεστής επίδοσης COP για ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα 7°C και θερμοκρασία μέσου 45°C σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 14511:2007, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή και αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές ή/και στο πλαίσιο της αντλίας θερμότητας. Αντίστοιχα, στην περίπτωση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, ως συντελεστής επίδοσης COP λαμβάνεται κατά τους υπολογισμούς η τιμή που αναφέρεται σε συνθήκες λειτουργίας για θερμοκρασία εδάφους όπως προσδιορίστηκε στην μελέτη και θερμοκρασία μέσου 45°C. Η θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 3 m, θεωρείται περίπου ίση με την μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα της περιοχής.

Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας (διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου), για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο βαθμός επίδοσης COP για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης τού προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:

- 1,7 για συστήματα 20-ετίας και
- 2,2 για συστήματα 10-ετίας.

Για τις κεντρικές μονάδες αντλιών θερμότητας, για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο βαθμός επίδοσης COP για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, λαμβάνεται:

- 2,2 για συστήματα 20-ετίας και
- 2,7 για συστήματα 10-ετίας.

4.1.2.3. Βαθμός απόδοσης ηλεκτρικών μονάδων

Οι τοπικές ηλεκτρικές μονάδες παραγωγής θερμότητας (ηλεκτρικά σώματα άμεσης απόδοσης όπως θερμοπομποί, μονάδες επαγωγής (convectors) και ηλεκτρικοί θερμοσυσσωρευτές) έχουν θερμική ισχύ ίση με την ονομαστική ηλεκτρική ισχύ (W) που αναγράφεται επάνω στο σύστημα. Η απόδοση τους είναι 100% και δεν μεταβάλλεται λόγω γήρανσης, εκτός και αν υπάρχουν σοβαρές φθορές. Για ηλεκτρικές μονάδες με σοβαρά εμφανή προβλήματα κακοσυντήρησης (π.χ. θερμοσυσσωρευτές με κατεστραμμένη μόνωση) ο βαθμός απόδοσής τους μειώνεται κατά 5%.

4.1.2.4. Βαθμός απόδοσης μονάδων τηλεθέρμανσης

Για τις κεντρικές μονάδες τηλεθέρμανσης, που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων σε μερικές περιοχές της χώρας, όπως η Κοζάνη, η απόδοση τόσο του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, όσο και του κτηρίου αναφοράς λαμβάνεται ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση σημαντικής και εμφανούς κακοσυντήρησης του εναλλάκτη θερμότητας (π.χ. ύπαρξης διαρροών κ.ά.), η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου από το σημείο παραγωγής (π.χ. μονάδα ηλεκτροπαραγωγής) μέχρι και τον εναλλάκτη δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς δεν αφορούν τις κτηριακές εγκαταστάσεις.

4.1.2.5. Βαθμός απόδοσης μονάδων σε σύνδεση με Σ.Η.Θ.

Για τις μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) που υπάρχουν σε ένα κτήριο και χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση των χώρων η θερμική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, λαμβάνεται ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση σημαντικής και εμφανούς κακοσυντήρησης (π.χ. ύπαρξη διαρροών κ.τ.λ.) του εναλλάκτη θερμότητας, τότε η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου από το σημείο παραγωγής μέχρι και τον εναλλάκτη δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς δεν αφορούν στις κτηριακές εγκαταστάσεις.

4.1.2.6. Βαθμός απόδοσης τοπικών μονάδων αέριων ή υγρών καυσίμων

Για τις τοπικές μονάδες αέριων ή υγρών καυσίμων (θερμάστρες αερίου, πετρελαίου κ.ά.) η θερμική απόδοση λαμβάνεται ίση με την ονομαστική θερμική απόδοση του κατασκευαστή που αναγράφεται επάνω στην κάθε συσκευή. Σε περίπτωση έλλειψης αυτών των στοιχείων, η θερμική απόδοση τους λαμβάνεται 100% αν δεν διαθέτει καπνοδόχο και 70% αν διαθέτει καπνοδόχο.

4.1.2.7. Βαθμός απόδοσης ανοικτών εστιών καύσης

Οι ανοικτές εστίες καύσης (σόμπες, τζάκια κ.ά.) έχουν πολύ χαμηλό βαθμό απόδοσης και η ισχύς τους είναι ανάλογη με την εστία καύσης. Συνήθως μια εστία καύσης έχει τη δυνατότητα κάλυψης του θερμικού φορτίου ενός χώρου 30 m^2. Ο μέσος θερμικός βαθμός απόδοσης για τα παραδοσιακά τζάκια εκτιμάται σε 25%, ενώ για τα ενεργειακά τζάκια και τις σόμπες 50%. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία από τον κατασκευαστή για την θερμική ισχύ και απόδοση μιας εστίας καύσης, τότε για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων δύναται να χρησιμοποιούνται οι προαναφερόμενες τιμές.

4.1.2.8. Ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου ζώνης

Κάθε μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας καλύπτει μέρος ή το σύνολο του απαιτούμενου θερμικού φορτίου μιας θερμικής ζώνης του κτηρίου. Όταν το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για μια θερμική ζώνη καλύπτεται με περισσότερες από μία μονάδες παραγωγής θερμότητας (μη εφεδρικό), το ποσοστό κάλυψης του φορτίου ανά μονάδα κατανέμεται βάσει της αποδιδόμενης θερμικής ισχύος της εκάστοτε μονάδας παραγωγής θερμότητας. Σημειώνεται ότι, για κάθε μήνα, το σύνολο των ποσοστών κάλυψης του θερμικού φορτίου από τα διάφορα συστήματα πρέπει να ισούται με τη μονάδα (100%).

4.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΨΥΞΗ ΧΩΡΩΝ

Το σύστημα ή τα συστήματα ψύξης χώρων, που καλύπτουν ένα κτήριο ή τμήμα αυτού, σχεδιάζονται και διαστασιολογούνται έτσι, ώστε να καλύπτουν τις απαιτήσεις ψύξης σε δυσμενείς εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (συνθήκες σχεδιασμού θέρους), όπως αυτές προδιαγράφονται στους σχετικούς κανονισμούς και στις σχετικές οδηγίες (τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. «Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές»). Κατά την περίοδο ψύξης οι εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος μεταβάλλονται συνεχώς τόσο στη διάρκεια της ημέρας, όσο και από ημέρα σε ημέρα και αποκλίνουν σημαντικά από τις συνθήκες σχεδιασμού για κάθε κλιματική ζώνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε σύστημα ψύξης να λειτουργεί τον περισσότερο χρόνο της περιόδου ψύξης σε συνθήκες μερικού φορτίου και η πραγματική ενεργειακή απόδοσή του να είναι χαμηλότερη από την ονομαστική.

Ο σχεδιασμός του συστήματος ψύξης θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να προβλέπεται η κάλυψη των μερικών φορτίων με τον κατά το δυνατόν καλύτερο βαθμό απόδοσης, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, το ωράριο λειτουργίας και τη διακύμανση των ψυκτικών αναγκών του κτηρίου.

Η χρήση πολυβάθμιων συστημάτων ψύξης μεταβλητής ψυκτικής ικανότητας (αντλίες θερμότητας ή ψύκτες με πολυβάθμιους συμπιεστές ή κινητήρες μεταβλητής συχνότητας) ή/και η χρήση περισσοτέρων από ένα συστήματα ψύξης διαφορετικής ισχύος, ιδιαίτερα σε εγκαταστάσεις με απαιτήσεις μεγάλης ψυκτικής ισχύος, συμβάλλουν προς τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των ψυκτικών μονάδων και τελικά τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Για κάθε σύστημα ψύξης που χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση όλου του κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης του πρέπει να προσδιορίζονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά που εισάγονται ως δεδομένα στους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη ή/και κλιματισμό των χώρων.

Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για το σύστημα ψύξης των χώρων είναι η απόδοση των συστημάτων παραγωγής ψύξης, των εγκαταστάσεων διανομής και των τερματικών μονάδων εκπομπής (απόδοσης) ψύξης (μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου, κεντρικές μονάδες διαχείρισης αέρα - Κ.Κ.Μ. κ.ά.).

Οι μονάδες παραγωγής ψύξης που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτήρια είναι κατά κανόνα ψύκτες ή αντλίες θερμότητας με χρήση κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας και σπανιότερα με τη χρήση κινητήρων που καταναλώνουν φυσικό αέριο ή άλλο συμβατικό καύσιμο. Στα κτήρια κατοικιών χρησιμοποιούνται συνήθως τοπικά συστήματα αντλιών θερμότητας άμεσης εξάτμισης μικρής ψυκτικής ικανότητας. Αντίθετα σε πολλά και κυρίως νεόδμητα κτήρια του τριτογενούς τομέα χρησιμοποιούνται κεντρικά ή ημικεντρικά συστήματα ψύξης / κλιματισμού. Σε κτηριακές εγκαταστάσεις που διαθέτουν συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, ενδείκνυται να γίνεται και χρήση ψυκτών προσρόφησης ή/και απορρόφησης. Ωστόσο, αυτές οι εφαρμογές στην ελληνική πρακτική είναι εξαιρετικά περιορισμένες και συναντώνται μόνο σε μεγάλες και κατά το πλείστον βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

4.2.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς

Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτήριο αναφοράς, όπως ορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ., είναι τα εξής:

α) Το κτήριο αναφοράς για τις κατοικίες θεωρείται πως διαθέτει τοπικές μονάδες άμεσης εξάτμισης (αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου ενός ή πολλαπλών εσωτερικών συσκευών) που καλύπτουν τμήμα των εσωτερικών χώρων της κατοικίας. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτήριο αναφοράς είναι τα εξής:

- Τοπικές μονάδες ψύξης με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER = 3,0.
- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

– Θεώρηση της ενεργειακής κατανάλωσης του συστήματος ψύξης για το κτήριο αναφοράς ίσης με το 50% της κατανάλωσης που υπολογίζεται με βάση την καθαρή συνολική επιφάνεια της κατοικίας.

β) Το κτήριο αναφοράς για τον τριτογενή τομέα διαθέτει τοπικές ή/και κεντρικές μονάδες ψύξης που καλύπτουν όλους τους εσωτερικούς χώρους. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτήριο αναφοράς είναι τα εξής:

– Μονάδες παραγωγής ψύξης, τοπικές ή κεντρικές (ψύκτες, αντλίες θερμότητας, τοπικά κλιματιστικά), με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER = 2,8, όταν το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο διαθέτει τοπικές ή κεντρικές αερόψυκτες μονάδες και EER = 3,8, όταν το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο διαθέτει υδρόψυκτες μονάδες. Για όλες τις άλλες περιπτώσεις που το εξεταζόμενο κτήριο ψύχεται με άλλου τύπου μονάδες παραγωγής ψύξης (π.χ. γεωθερμική ή με θαλασσινό νερό), θεωρείται ότι το κτήριο αναφοράς διαθέτει αντλία θερμότητας με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER = 3,0.
– Αερόψυκτες μονάδες παραγωγής ψύξης, τοπικές ή κεντρικές (ψύκτες, αντλίες θερμότητας, τοπικά κλιματιστικά), με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER = 2,8, όταν το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης ή διαθέτει για μικρότερο τμήμα του κτηρίου.
– Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

γ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο κατοικίας ή τριτογενή τομέα, σε επίπεδο κτηρίου ή θερμικής ζώνης διαθέτει διαφορετικά του ενός συστήματα ψύξης, π.χ. αερόψυκτη αντλία θερμότητας και υδρόψυκτη αντλία θερμότητας, τότε το κτήριο αναφοράς, στο σύνολό του ή σε επίπεδο θερμικής ζώνης, διαθέτει τα αντίστοιχα συστήματα με το εξεταζόμενο κτήριο και με τα αντίστοιχα τεχνικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στις προηγούμενες περιπτώσεις α) και β).

4.2.2. Απόδοση μονάδας ψύξης

Κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης έχει μια ονομαστική ψυκτική απόδοση (EER: λόγος ή δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας) σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που δίνει ο κατασκευαστής από την πιστοποίηση της μονάδας. Η πραγματική όμως απόδοση λειτουργίας μιας μονάδας ψύξης διαφοροποιείται και εξαρτάται από τη διάρκεια της περιόδου ψύξης (ανάλογα με την κλιματική ζώνη), το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου και κατ’ επέκταση του συστήματος ψύξης, τις εσωτερικές συνθήκες θερινής λειτουργίας των χώρων, τις διατάξεις αυτοματισμών (θερμοστάτες αντιστάθμισης), τη σωστή διαστασιολόγηση της μονάδας κ.ά. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου απαιτείται να προσδιοριστεί ο μέσος (εποχικός) δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας (SEER) της μονάδας ψύξης.

Εκτός από το μέσο εποχικό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (SEER) των μονάδων ψύξης σημαντικό ρόλο παίζει και το σύστημα ελέγχου λειτουργίας της εγκατάστασης ψύξης. Έτσι, η ύπαρξη κεντρικού συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BEMS) θεωρείται πως οδηγεί σε κάποια μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων. Γι' αυτό το λόγο καθορίζεται ένας συντελεστής μείωσης κατανάλωσης ψυκτικής ενέργειας, όπως προδιαγράφεται στην παράγραφο 5.2., αυτής της τεχνικής οδηγίας. Αντίστοιχα, το ίδιο ισχύει και για κάθε άλλη διάταξη αυτόματου ελέγχου του εξοπλισμού που συμμετέχουν στο σύστημα παραγωγής - διανομής ψύξης και καθορίζονται οι αντίστοιχοι συντελεστές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας.

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης ή διαθέτει σύστημα που καλύπτει τμήμα του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, τότε το μη ψυχόμενο τμήμα θεωρείται ότι ψύχεται όπως ακριβώς και το κτήριο αναφοράς.

4.2.2.1. Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας και ψυκτών

Για τους ψύκτες και τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για την ψύξη χώρων η απόδοση καθορίζεται από τον ονομαστικό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EER) στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για ψύξη), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Διευκρινίζεται πως στον Κ.Εν.Α.Κ. και σ' αυτήν την τεχνική οδηγία οι αποδόσεις των συστημάτων για τη λειτουργία ψύξης κρίνονται κατά σύμβαση βάσει των δεικτών EER.

Η τιμή του EER προσδιορίζεται σε συγκεκριμένες συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος και θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής ψυκτικού μέσου. Η απόδοση των ψυκτών και αντλιών θερμότητας εξαρτάται επίσης και από την πηγή θερμότητας που αξιοποιούν για τη λειτουργία τους και μπορεί να είναι ο αέρας, το έδαφος, τα υπόγεια & επιφανειακά νερά, το θαλασσινό νερό, τα καυσαέρια κινητήρων (π.χ. Σ.Η.Θ.), η ηλιακή ενέργεια κ.ά.

Από την μεταβολή του δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας EER σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας και ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες εκτιμάται ο μέσος εποχικός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας SEER κάθε συστήματος. Ο μέσος εποχικός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας SEER είναι χαμηλότερος από τον ονομαστικό EER, όταν η μέση θερμοκρασία στη διάρκεια της ημέρας κατά τη θερινή περίοδο είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία αέρα ονομαστικής λειτουργίας που είναι 35^{o}C. Για μεγαλύτερη ακρίβεια στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου συνιστάται η χρήση του εποχικού δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας των ψυκτών ή/και των αντλιών θερμότητας.

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15243:2008, ο μέσος εποχικός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας μπορεί να καθοριστεί σύμφωνα με το European Seasonal Energy Efficiency Ration (ESEER) ή με το American Integrated Performance Load Value (IPLV) που προτείνουν τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\text{ESEER} = \text{EER}_{100\%} \cdot 0{,}03 + \text{EER}_{75\%} \cdot 0{,}33 + \text{EER}_{50\%} \cdot 0{,}41 + \text{EER}_{25\%} \cdot 0{,}23 \qquad [4.2.]$$

$$\text{IPVL} = \text{EER}_{100\%} \cdot 0{,}01 + \text{EER}_{75\%} \cdot 0{,}42 + \text{EER}_{50\%} \cdot 0{,}45 + \text{EER}_{25\%} \cdot 0{,}12 \qquad [4.3.]$$

στις οποίες οι δείκτες του συντελεστή EER αναφέρονται σε συγκεκριμένο φορτίο λειτουργίας 100%, 75%, 50% και 25%. Το κάθε φορτίο αναφέρεται σε καθορισμένη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, ενώ οι δεκαδικοί παράγοντες κάθε όρου της εξίσωσης αφορούν στη συχνότητα λειτουργίας των μηχανών στις αντίστοιχες συνθήκες.

Μια γενική σχέση εκτίμησης του εποχικού δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας SEER σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15243:2008 είναι η ακόλουθη:

$$\text{SEER} = \sum \text{EERn} \cdot f_n \qquad [4.4.]$$

όπου: SEER ο μέσος εποχικός δείκτης αποδοτικότητας,

EER_n ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας σε πλήρες ή/και μερικό φορτίο (n) και

f_n το ποσοστό εμφάνισης του εκάστοτε EER_n, που αντιστοιχεί και στο ποσοστό εμφάνισης της θερμοκρασίας αέρα, στην οποία το σύστημα παρουσιάζει αυτή την ενεργειακή αποδοτικότητα EER_n.

Επειδή η εκτίμηση του μέσου εποχικού δείκτη αποδοτικότητας SEER δεν είναι εύκολη, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνεται κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ως τελική ψυκτική απόδοση ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER για ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα 35^{o}C και θερμοκρασία προσαγόμενου ψυκτικού μέσου 7^{o}C σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΝ 14511:2007, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή και

αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές ή/και στο πλαίσιο της μονάδας ψύξης. Αντίστοιχα, στην περίπτωση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, ως δείκτης αποδοτικότητας EER λαμβάνεται κατά τους υπολογισμούς η τιμή που αναφέρεται σε συνθήκες λειτουργίας για θερμοκρασία εδάφους όπως προσδιορίστηκε στην μελέτη και θερμοκρασία μέσου 7^{o}C. Η θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 3 m, θεωρείται περίπου ίση με την μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα της περιοχής.

Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας (διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου), για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο δείκτης αποδοτικότητας EER για του υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:

- 1,5 για συστήματα 20-ετίας και
- 2,0 για συστήματα 10-ετίας.

Για τις κεντρικές μονάδες ψύξης (αντλίες θερμότητας, ψύκτες κ.ά.), για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο δείκτης αποδοτικότητας EER θα λαμβάνεται:

- 2,0 για συστήματα 20-ετίας και
- 2,5 για συστήματα 10-ετίας.

4.2.2.2. Βαθμός απόδοσης ψυκτών μονάδων απορρόφησης - προσρόφησης

Οι ψυκτικές μονάδες απορρόφησης – προσρόφησης, αποδίδουν (παράγουν) ψυκτική ενέργεια απορροφώντας (καταναλώνοντας) τη θερμική ενέργεια μιας πηγής και έχουν δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας EER ο οποίος εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία της πηγής και το βαθμό αξιοποίησης θερμικής ενέργειας (kW_{th}). Η θερμική ενέργεια μπορεί να προέρχεται από μονάδα Σ.Η.Θ., από ηλιακούς συλλέκτες (ηλιακή ψύξη), τηλεθέρμανση κ.ά. Πέρα από τη θερμότητα που καταναλώνουν οι μονάδες απορρόφησης – προσρόφησης, καταναλώνουν επίσης μια μικρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας (για λειτουργία βοηθητικών συστημάτων, όπως κυκλοφορητές και ανεμιστήρες), που κυμαίνεται από 0,10 έως 0,25 kWh_{el}/kWh_{c} (καταναλισκόμενη ηλεκτρική προς αποδιδόμενη ψυκτική ενέργεια).

Σε περίπτωση ψυκτικών μονάδων απορρόφησης - προσρόφησης, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ως δείκτης αποδοτικότητας EER λαμβάνεται ο λόγος της αποδιδόμενης (ωφέλιμης) ψυκτικής προς τη συνολικά απορροφούμενη (καταναλισκόμενη) θερμική και ηλεκτρική (βοηθητική) ισχύ [$kW_{c}/(kW_{th}+kW_{el})$], σύμφωνα με τη μελέτη διαστασιολόγησης της μονάδας ψύξης και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης όπως δίνονται από τον κατασκευαστή. Η τιμή του δείκτη αποδοτικότητας θα μειώνεται κατά το βαθμό απόδοσης του συστήματος παραγωγής θερμότητας (λέβητα κ.τ.λ.) ή του εναλλάκτη θερμότητας (από ηλιακούς συλλέκτες ή από Σ.Η.Θ. ή από τηλεθέρμανση κ.τ.λ.). Σε περίπτωση σημαντικών βλαβών ή διαρροών στον εναλλάκτη θερμότητας, η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου διανομής θερμού μέσου από τη μονάδα παραγωγής θερμότητας (π.χ. Σ.Η.Θ.) μέχρι και τον εναλλάκτη της μονάδας ψύξης χώρων θεωρούνται μηδενικές.

4.2.3. Ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου ζώνης

Κάθε μονάδα παραγωγής ψυκτικής ενέργειας καλύπτει μέρος ή το σύνολο του απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου της εκάστοτε θερμικής ζώνης. Όταν το απαιτούμενο ψυκτικό φορτίο για μια θερμική ζώνη καλύπτεται με περισσότερες από μία μονάδες παραγωγής ψύξης (εκτός των εφεδρικών), το ποσοστό κάλυψης του φορτίου ανά μονάδα ψύξης κατανέμεται βάσει της αποδιδόμενης ψυκτικής ισχύος του εκάστοτε συστήματος παραγωγής ψύξης.

Ιδιαίτερα για τα συστήματα ψύξης των κτηρίων κατοικίας, το ποσοστό κάλυψης του συνολικού ψυκτικού φορτίου μπορεί να περιοριστεί μέχρι και 50%, όπως και στο κτήριο αναφοράς. Διευκρινίζεται ωστόσο, πως ακόμη και για τα κτήρια κατοικιών, όταν το σύστημα ψύξης καλύπτει τμήμα του κτηρίου μεγαλύτερο από 50% και είναι κεντρικό χωρίς δυνατότητα κάλυψης μερικών μόνο χώρων, τότε το συνολικό ποσοστό κάλυψης θα πρέπει να αντιστοιχεί στην πραγματικότητα και όχι να περιορίζεται στο 50% (π.χ. κεντρική καναλάτη μονάδα που λειτουργεί ενιαία για όλη την κατοικία με κάλυψη 70%, θα πρέπει να αξιολογηθεί με ποσοστό κάλυψης στους υπολογισμούς 70%).

4.2.4. Ανεμιστήρες οροφής

Οι ανεμιστήρες οροφής βελτιώνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης σε κλιματιζόμενους και μη κλιματιζόμενους χώρους, προκαλώντας την κυκλοφορία του εσωτερικού αέρα με ταχύτητα 0,5 - 0,8 m/s. Σε κλιματιζόμενα κτήρια επιτρέπουν τη ρύθμιση του θερμοστάτη μιας κλιματιστικής μονάδας σε υψηλότερη θερμοκρασία (2 - 3^oC), μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό. Οι συνηθισμένοι ανεμιστήρες οροφής είναι αποτελεσματικοί σε μια ακτίνα μέχρι και 1,8 m από το κέντρο του ανεμιστήρα και για ύψος εγκατάστασης 2,5 m επάνω από το δάπεδο. Για τους υπολογισμούς η μέση επιφάνεια κάλυψης του δαπέδου από έναν ανεμιστήρα οροφής λαμβάνεται ίση με 10m^2.

Οι ανεμιστήρες οροφής λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του ψυκτικού φορτίου, όταν καλύπτουν τουλάχιστον το 50% της επιφάνειας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που οι ανεμιστήρες οροφής καλύπτουν πλήρως το κτήριο ή τη θερμική ζώνη, ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου γίνεται με θερμοκρασία εσωτερικού χώρου 3^oC μεγαλύτερη από την επιθυμητή θερμοκρασία σύμφωνα με τον πίνακα 2.2. Σε περίπτωση μερικής κάλυψης, οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τον πίνακα 4.6.

Η κατανάλωση ενέργειας των ανεμιστήρων οροφής υπολογίζεται με ισχύ 55 W ανά ανεμιστήρα και χρόνο λειτουργίας ανάλογα με το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης.

Πίνακας 4.6. *Προσαύξηση θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανάλογα με το ποσοστό του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής.*

Ποσοστό κτηρίου ή θερμικής ζώνης [%]	50	60	70	80	90	100
Προσαύξηση θερμοκρασίας [^oC]	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

4.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ, ΨΥΞΗ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ ΧΩΡΩΝ

Με στόχο τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας και τον περιορισμό των θερμικών απωλειών θα πρέπει να προβλέπεται κατά το σχεδιασμό των δικτύων διανομής η διέλευσή τους μέσω θερμικά προστατευμένων χώρων και να αποφεύγεται η διέλευσή τους από εξωτερικούς χώρους. Σε περιπτώσεις που είναι αναπόφευκτη η διέλευσή των δικτύων από εξωτερικούς χώρους (π.χ. μονάδα παραγωγής εγκατεστημένη σε άλλο από το εξυπηρετούμενο κτήριο, διέλευση από αεριζόμενα κανάλια / φρεάτια του ίδιου κτηρίου, διέλευση επί εξωτερικών τοίχων κ.τ.λ.), τότε θα πρέπει να εφαρμόζεται ικανή θερμομόνωση των δικτύων διανομής και αεραγωγών. Σ' αυτήν την περίπτωση, προκειμένου να εξασφαλίζεται και η καλή κατάσταση των μονώσεων στην πορεία του χρόνου, επιβάλλεται να τοποθετείται και μηχανική προστασία στις σωληνώσεις (π.χ. χιτώνια από πλαστικούς σωλήνες, φύλλα αλουμινίου, συνθετικά υφάσματα επένδυσης αεραγωγών κ.ά.).

Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών στα δίκτυα διανομής, σε όλα τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, θα πρέπει να υπάρχει κατ' ελάχιστο η προβλεπόμενη θερμομόνωση αλλά και τα συστήματα αντιστάθμισης, όπως προδιαγράφονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., στο οποίο αναφέρονται τα εξής:

- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος Ζ.Ν.Χ. διαθέτουν θερμομόνωση, όπως καθορίζεται με αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Ιδιαίτερα οι εγκαταστάσεις δικτύων που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους (χώρους εκτεθειμένους στον εξωτερικό αέρα) διαθέτουν κατ΄ ελάχιστο πάχος θερμομόνωσης 19 mm για θέρμανση ή/και ψύξη χώρων και 13 mm για Ζ.Ν.Χ., με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας θερμομονωτικού υλικού λ = 0,040 W/(m·K) στους 20^{o}C.
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας), που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους (χώρους εκτεθειμένους στον εξωτερικό αέρα) των κτηρίων, διαθέτουν θερμομόνωση με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας θερμομονωτικού υλικού λ = 0,040 W/(m·K) και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40 mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30 mm.
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.

4.3.1. Δίκτυα διανομής και αεραγωγών κτηρίου αναφοράς

Για το κτήριο αναφοράς, τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος Ζ.Ν.Χ. διαθέτουν θερμομόνωση με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας θερμομονωτικού υλικού λ = 0,040 W/(m·K) (στους 20^{o}C) και πάχος θερμομόνωσης όπως αναφέρεται στον πίνακα 4.7., ανάλογα με τη χρήση και τους χώρους διέλευσης.

Πίνακας 4.7. *Πάχη θερμομόνωσης σωληνώσεων για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης.*

Πάχος θερμομόνωσης με ισοδύναμο λ = 0,040 (W/(m·K)) στους 20^{o}C			
Με διέλευση σε εσωτερικούς χώρους		**Με διέλευση σε εξωτερικούς χώρους**	
Διάμετρος σωλήνα	**Πάχος μόνωσης**	**Διάμετρος σωλήνα**	**Πάχος μόνωσης**
Για σωληνώσεις εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού			
από ½˝ έως ¾˝	9 mm	από ½˝ έως 2˝	19 mm
από 1˝ έως 1½ ˝	11 mm	από 2˝ έως 4˝	21 mm
από 2˝ έως 3˝	13 mm	μεγαλύτερη από 4˝	25 mm
μεγαλύτερη από 3˝	19 mm		
Για σωληνώσεις εγκαταστάσεων ζεστού νερού χρήσης			
ανεξαρτήτου διαμέτρου	9 mm	ανεξαρτήτου διαμέτρου	13 mm

Ιδιαίτερα για διέλευση σωληνώσεων από εξωτερικούς χώρους (χώρους εκτεθειμένους στον εξωτερικό αέρα) θα πρέπει να προβλέπεται η προστασία της θερμομόνωσης με φύλλα γαλβανισμένης λαμαρίνας ή/και φύλλα αλουμινίου ή/και άλλο κατάλληλο υλικό.

Αντίστοιχα, για το κτήριο αναφοράς οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτηρίων διαθέτουν θερμομόνωση με τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ.

Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα αυτού δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης ή/και ψύξης, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. λαμβάνεται υπόψη για τους υπολογισμούς ότι θερμαίνεται και ψύχεται. Σ' αυτήν την περίπτωση οι απώλειες του δικτύου διανομής λαμβάνονται 5%, εκτός από το κτήριο αναφοράς για κατοικία που διαθέτει τοπικές αντλίες θερμότητας για ψύξη και οι απώλειες δικτύου διανομής ψύξη λαμβάνονται μηδενικές.

4.3.2. Γραμμική θερμική μετάδοση δικτύων διανομής

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.2.3:2008, το βέλτιστο πάχος μόνωσης στα δίκτυα διανομής είναι ίσο με την εξωτερική ακτίνα του σωλήνα, όπου εκτιμάται ότι η γραμμική θερμική μετάδοση ψ είναι περίπου 0,2 W/(m·K). Αυτό δεν είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί, αφού η αύξηση του πάχους της θερμομόνωσης πέρα από ένα συγκεκριμένο πάχος δεν επιφέρει την ανάλογη μείωση θερμικών / ψυκτικών απωλειών. Για τα δίκτυα διανομής θέρμανσης / ψύξης / κλιματισμού που τηρούν τις παραπάνω ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης (πίνακας 4.7.) η γραμμική θερμική μετάδοση ψ_d υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\psi_d = \frac{\pi}{\frac{1}{2\cdot\lambda}\cdot\ln\frac{D}{d_\alpha}+\frac{1}{h_\alpha\cdot D}} \quad [4.5.]$$

όπου: λ [W/(m·K)] η θερμική αγωγιμότητα της μόνωσης,
D [m] η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα μαζί με την μόνωση,
d_α [m] η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα σε m και
h_α [W/(m^2·K)] ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας εξωτερικά του μονωμένου σωλήνα.

Αν η μόνωση του σωλήνα αποτελείται από n στρώσεις διαφορετικών υλικών μόνωσης (διαφορετικής θερμικής αγωγιμότητας και πάχους), τότε η γραμμική θερμική μετάδοση υπολογίζεται από αναλυτικούς υπολογισμούς.

Στους πίνακες 4.8. (χαλκοσωλήνες), 4.9. (χαλυβδοσωλήνες), 4.10. (πλαστικοί σωλήνες) δίνεται η γραμμική θερμική μετάδοση για διάφορες διατομές σωλήνων και πάχη μόνωσης.

- Οι ανοιχτόχρωμες σκιαγραφήσεις αφορούν στην ελάχιστη επιτρεπόμενη γραμμική θερμική μετάδοση για τα δίκτυα διανομής με διέλευση μέσω εσωτερικών χώρων,
- ενώ οι σκουρόχρωμες σκιαγραφήσεις αφορούν στην ελάχιστη επιτρεπόμενη γραμμική θερμική μετάδοση για τα δίκτυα διανομής με διέλευση σε εξωτερικούς χώρους.

Οι απώλειες ανά τρέχον μέτρο του δικτύου διανομής θέρμανσης / ψύξης Q_Σ [W/m], εκτός από την γραμμική θερμική μετάδοση ψ_d [W/(m.K)], εξαρτώνται κυρίως από τη θερμοκρασία του χώρου διέλευσης [T_α] και τη θερμοκρασία του μέσου διανομής στο δίκτυο [T_i].

$$Q_\Sigma = \psi_d \cdot (T_i - T_\alpha) \quad [4.6.]$$

Πίνακας 4.8. *Γραμμική θερμική μετάδοση $ψ_d$ [W/(m.K)] για χαλκοσωλήνες.*

Εξωτερική διάμετρος [mm]	**Γραμμική θερμική μετάδοση ($ψ_d$) σε W/(m·K)**									
	Χωρίς μόνωση	**Πάχος μόνωσης σε mm [λ = 0,040 W/(m·K) στους 20°C]**								
		9	**11**	**13**	**19**	**21**	**25**	**32**	**42**	**54**
15	0,30	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09
18	0,52	0,22	0,21	0,20	0,17	0,17	0,16	0,14	0,13	0,11
22	0,59	0,25	0,24	0,22	0,19	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13
28	0,72	0,28	0,26	0,25	0,22	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14
35	0,87	0,33	0,31	0,29	0,25	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15
42	1,00	0,37	0,34	0,32	0,28	0,27	0,25	0,22	0,20	0,17
54	1,22	0,42	0,39	0,37	0,32	0,31	0,28	0,25	0,22	0,19
64	1,44	0,47	0,44	0,41	0,36	0,34	0,32	0,28	0,25	0,21
76	1,62	0,54	0,50	0,47	0,41	0,39	0,36	0,32	0,28	0,23
89	1,82	0,61	0,57	0,54	0,46	0,44	0,40	0,36	0,31	0,26
108	2,07	0,69	0,65	0,61	0,52	0,50	0,46	0,40	0,35	0,29
133	2,38	0,78	0,73	0,69	0,59	0,57	0,52	0,46	0,40	0,33
159	2,75	0,91	0,85	0,80	0,69	0,66	0,60	0,53	0,46	0,37
219	3,64	1,22	1,14	1,07	0,91	0,86	0,79	0,69	0,59	0,48
267	4,28	1,45	1,35	1,27	1,07	1,02	0,94	0,82	0,70	0,56

Πίνακας 4.9. *Γραμμική θερμική μετάδοση $ψ_d$ [W/(m.K)] για χαλυβδοσωλήνες.*

Διάμετρος σωλήνα (″)	**Γραμμική θερμική μετάδοση ($ψ_d$) σε W/(m·K)**									
	Χωρίς μόνωση	**Πάχος μόνωσης σε mm [λ = 0,040 W/(m·K) στους 20°C]**								
		9	**11**	**13**	**19**	**21**	**25**	**32**	**42**	**54**
½″	0,37	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09
¾″	0,53	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
1″	0,67	0,25	0,23	0,22	0,19	0,19	0,17	0,16	0,14	0,12
1¼″	0,77	0,27	0,25	0,24	0,21	0,20	0,19	0,17	0,15	0,13
1½″	0,94	0,32	0,30	0,28	0,24	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15
2″	1,06	0,35	0,33	0,31	0,27	0,26	0,24	0,22	0,19	0,17
2½″	1,29	0,41	0,38	0,36	0,31	0,30	0,28	0,25	0,22	0,19
3″	1,69	0,50	0,47	0,44	0,38	0,37	0,34	0,30	0,26	0,22
4″	1,81	0,56	0,53	0,50	0,43	0,41	0,38	0,34	0,29	0,25
5″	2,03	0,64	0,60	0,56	0,49	0,46	0,43	0,38	0,33	0,28
6″	2,37	0,74	0,69	0,65	0,56	0,54	0,50	0,44	0,38	0,32
7″	2,73	0,85	0,80	0,75	0,64	0,62	0,57	0,50	0,44	0,36
8″	3,23	0,96	0,90	0,85	0,73	0,70	0,65	0,57	0,49	0,40

Πίνακας 4.10. *Γραμμική θερμική μετάδοση $ψ_d$ [(W/(m.K)] για πλαστικούς σωλήνες.*

Εξωτερική διάμετρος [mm]	**Γραμμική θερμική μετάδοση ($ψ_d$) σε W/(m·K)**									
	Χωρίς μόνωση	**Πάχος μόνωσης σε mm [λ = 0,040 W/(m·K) στους 20°C]**								
		9	**11**	**13**	**19**	**21**	**25**	**32**	**42**	**54**
15	0,30	0,15	0,14	0,14	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09
18	0,51	0,22	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,11
22	0,58	0,25	0,23	0,22	0,19	0,18	0,17	0,16	0,14	0,12
28	0,70	0,28	0,26	0,24	0,21	0,20	0,19	0,17	0,15	0,13
35	0,84	0,32	0,30	0,28	0,25	0,24	0,22	0,20	0,17	0,15
42	0,97	0,36	0,34	0,32	0,27	0,26	0,24	0,22	0,19	0,17
54	1,18	0,41	0,38	0,36	0,31	0,30	0,28	0,25	0,22	0,19
64	1,39	0,46	0,43	0,41	0,35	0,34	0,31	0,28	0,24	0,21
76	1,57	0,53	0,50	0,47	0,40	0,38	0,35	0,31	0,27	0,23
89	1,76	0,60	0,56	0,53	0,45	0,43	0,40	0,35	0,30	0,25
108	1,99	0,68	0,64	0,60	0,51	0,49	0,45	0,40	0,34	0,28
133	2,28	0,77	0,72	0,68	0,58	0,56	0,51	0,45	0,39	0,32
159	2,64	0,90	0,84	0,79	0,67	0,64	0,59	0,52	0,45	0,37
219	3,50	1,20	1,12	1,05	0,89	0,85	0,78	0,68	0,58	0,47
267	4,12	1,43	1,33	1,25	1,06	1,01	0,92	0,80	0,68	0,55

4.3.3. Εκτίμηση μήκους δικτύων διανομής

Αν είναι γνωστό το μήκος των επί μέρους τμημάτων του δικτύου διανομής, καθώς και οι απώλειες $Q_Σ$ για κάθε τμήμα του δικτύου, τότε μπορούν να εκτιμηθούν και οι συνολικές απώλειες του δικτύου στη μονάδα του χρόνου.

Σε άλλη περίπτωση, όπου το δίκτυο διανομής είναι άδηλο και μη καταγεγραμμένο, το μήκος των δικτύων μπορεί να εκτιμηθεί με μια απλοποιημένη μέθοδο σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.2.3:2008. Σ' αυτήν την περίπτωση τα μήκη των σωλήνων των δικτύων διανομής θέρμανσης / ψύξης διαχωρίζονται σε τρία τμήματα:

- Τμήμα V, το οποίο περιλαμβάνει το οριζόντιο μήκος σωλήνων L_V [m], από το σύστημα παραγωγής (θέρμανσης / ψύξης) προς τα κατακόρυφα τμήματα του δικτύου. Αυτοί είναι οι κεντρικοί οριζόντιοι σωλήνες, οι οποίοι συνήθως βρίσκονται μέσα στο λεβητοστάσιο ή ψυχροστάσιο ή σε μη θερμαινόμενους / ψυχόμενους χώρους (π.χ. υπόγεια, σοφίτες) ή σε εξωτερικούς χώρους (πυλωτές, οροφές) και σπανιότερα σε θερμαινόμενους χώρους.
- Τμήμα S, το οποίο περιλαμβάνει το μήκος των κατακόρυφων σωλήνων L_S [m], που συνήθως διέρχονται μέσα από φρεάτια (σε εσωτερικούς ή/και εξωτερικούς χώρους του κτηρίου) ή μέσα από θερμαινόμενους / ψυχόμενους εσωτερικούς χώρους ή μέσα από μη θερμαινόμενους / ψυχόμενους χώρους του κτηρίου (π.χ. κοινόχρηστους χώρους).
- Τμήμα A, το οποίο περιλαμβάνει το μήκος των οριζόντιων σωλήνων, L_A, [m], που ενώνουν τις κατακόρυφες στήλες με τις τερματικές μονάδες (σώματα καλοριφέρ, μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου, Κ.Κ.Μ κ.ά.). Συνήθως αποτελούν αυτόνομα κυκλώματα (π.χ. μονοσωλήνιο σύστημα

θέρμανσης) με ξεχωριστό συλλέκτη. Αυτοί οι σωλήνες έχουν ελεγχόμενη κυκλοφορία ανάλογα με την τερματική μονάδα.

4.3.4. Απώλειες δικτύων διανομής

Για την εκτίμηση της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση ή/και ψύξη ή/και κλιματισμό ενός κτηρίου λαμβάνονται υπόψη και οι θερμικές / ψυκτικές απώλειες από τα δίκτυα διανομής (θερμικού ή/και ψυκτικού μέσου), καθώς και από τους αεραγωγούς κλιματισμού προσαγωγής και απαγωγής αέρα. Ο βαθμός θερμικής / ψυκτικής απόδοσης ενός δικτύου διανομής, προσδιορίζεται από το μέγεθος των απωλειών του δικτύου διανομής, οι οποίες εξαρτώνται από:

- τη θερμομόνωση του δικτύου διανομής,
- το μήκος και τη διατομή του δικτύου διανομής,
- τη θερμοκρασία του νερού (ή άλλου μέσου) στο δίκτυο,
- το χώρο διέλευσης του δικτύου διανομής (θερμαινόμενος, μη θερμαινόμενος, εξωτερικό περιβάλλον κ.ά.),
- την παλαιότητα του δικτύου, τις φθορές της μόνωσης κ.ά.

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.2-3:2008, δίνεται αναλυτική μεθοδολογία για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών ενός δικτύου διανομής θέρμανσης ή/και ψύξης του κτηρίου ή/και της θερμικής ζώνης. Αυτή η μεθοδολογία είναι αρκετά αναλυτική και χρονοβόρα, αφού απαιτείται ακριβής προσδιορισμός της γεωμετρίας του δικτύου διανομής (μήκος, διατομές κ.ά.), των τοπικών αντιστάσεων (βάνες, διαστολές, συστολές, μετρητές κ.ά.), της ποιότητας και γεωμετρίας της θερμομόνωσης (πάχος, συντελεστής θερμοπερατότητας κ.ά.), της θερμοκρασίας του θερμικού / ψυκτικού μέσου, του χρόνου λειτουργίας του συστήματος (διακοπτόμενη ή συνεχής λειτουργία, θερμοστατικά ελεγχόμενη κ.ά.) της θερμοκρασίας των χώρων διέλευσης των σωληνώσεων, της ποιότητας των σωληνώσεων (τραχύτητα, συντελεστής θερμοπερατότητας κ.ά.) και άλλων τεχνικών χαρακτηριστικών. Στις περισσότερες περιπτώσεις κτηρίων και ιδιαίτερα για όσα διαθέτουν παλιές εγκαταστάσεις θέρμανσης / ψύξης / κλιματισμού, αυτά τα στοιχεία είναι δύσκολο να καταγραφούν και να προσδιοριστούν με ακρίβεια ή ακόμη και κατά προσέγγιση.

Προκειμένου να απλοποιηθούν οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και με βάση τη μεθοδολογία του προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.2.3:2008 εκτιμήθηκε το ποσοστό απωλειών των δικτύων διανομής. Στον πίνακα 4.11. δίνονται τυπικές τιμές για το ποσοστό απωλειών κεντρικών συστημάτων διανομής θέρμανσης / ψύξης σε σχέση με την εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας παραγωγής, το είδος μόνωσης των σωληνώσεων και τους χώρους διέλευσης. Το ποσοστό απωλειών αναφέρεται επί του συνόλου της θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας που μεταφέρει το δίκτυο. Αυτές οι τιμές λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Στις απώλειες των δικτύων διανομής προστίθενται και οι απώλειες από τους αεραγωγούς κεντρικών κλιματιστικών μονάδων (Κ.Κ.Μ.) που διανύουν μεγάλες αποστάσεις. Όταν οι αεραγωγοί διέρχονται μέσα από εσωτερικούς χώρους, οι θερμικές απώλειες τους είναι σχετικά χαμηλές λόγω της μικρής θερμοκρασιακής διαφοράς και κατά συνέπεια, δεν λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Αντίθετα, σε περίπτωση διέλευσης από εξωτερικούς χώρους του κτηρίου, οι θερμικές απώλειες αυξάνονται. Για αεραγωγούς που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους και είναι μονωμένοι σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., που αναφέρονται στην παράγραφο 4.3.1, τα ποσοστά απωλειών του πίνακα 4.11. λαμβάνονται αυξημένα κατά 2% για θέρμανση και 1% για ψύξη, κατά περίπτωση. Για αεραγωγούς χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση (δηλαδή όταν δεν πληρούνται οι ελάχιστες

απαιτήσεις), τα ποσοστά θερμικών απωλειών του πίνακα 4.11. λαμβάνονται αυξημένα κατά 5% για θέρμανση και 3,5% για ψύξη, κατά περίπτωση.

Πίνακας 4.11. *Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς τη συνολική θερμική / ψυκτική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο.*

Θερμική ή ψυκτική ισχύς δικτύου διανομής	**Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους**				**Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους**		
	Μόνωση[1] κτηρίου αναφοράς	**Μόνωση[2] ίση με την ακτίνα σωλήνων**	**Ανεπαρκής μόνωση[3]**	**Χωρίς μόνωση**	**Μόνωση κτηρίου αναφοράς**	**Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνων**	**Χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση**
[kW]	**[%]**	**[%]**	**[%]**	**[%]**	**[%]**	**[%]**	**[%]**
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με **υψηλές** θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου (≥60^{o}C)							
20 - 100	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5	17,0
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7	15,5
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2	14,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7	13,1
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0	12,0
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με **χαμηλές** θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου (<60^{o}C)							
20 - 100	3,5	3,0	8,0	9,0	4,5	3,7	11,0
100 -2 00	2,7	2,2	7,2	8,3	4,0	3,1	10,4
200 - 300	2,0	1,8	6,0	6,2	3,3	2,5	10,0
300 - 400	1,5	1,2	4,5	5,0	2,2	1,8	9,7
> 400	1,2	0,8	3,3	4,0	1,7	1,0	9,5
Δίκτυα διανομής ψύξης							
20 - 100	2,0	1,5	3,0	4,5	2,5	2,0	6,7
100 - 200	1,8	1,4	2,8	3,6	2,3	1,9	5,9
200 - 300	1,5	1,1	2,2	3,0	2,0	1,6	5,1
300 - 400	1,2	0,7	1,8	2,4	1,5	1,2	4,5
> 400	0,7	0,4	1,1	2,0	1,0	0,8	4,0

[1] Για μόνωση σωλήνων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.
[2] Για μόνωση σωλήνων με πάχος ίσο με την ακτίνα του σωλήνα.
[3] Ανεπαρκής μόνωση του δικτύου ή κλάδου (τμήματος) αυτού λόγω φθορών. Συνδέσεις και βάνες χωρίς μόνωση.

Σε περίπτωση ύπαρξης άνω του ενός δικτύων διανομής στο κτήριο ή στη θερμική ζώνη, απαιτείται ο προσδιορισμός μίας μόνο απόδοσης δικτύου, η οποία θα είναι σταθμισμένη. Κατά συνέπεια αν υπάρχουν άνω του ενός δίκτυα διανομής (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές μονάδες παραγωγής) στο κτήριο ή στη θερμική ζώνη και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (ποσότητα) θερμομόνωσης, τότε η απόδοσή τους λαμβάνεται ενιαία και ίση με αυτήν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση. Για το κάθε δίκτυο διανομής η απόδοση λαμβάνεται ανάλογα με τη θερμική ισχύ που μεταφέρει (πίνακας 4.11.).

Για τοπικά συστήματα παραγωγής θερμότητας ή/και ψύξης, όπως τοπικοί λέβητες εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου ή τοπικές αντλίες θερμότητας, στα οποία δεν υπάρχει δίκτυο διανομής, οι απώλειες

διανομής θεωρούνται μηδενικές για το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο, καθώς και για το κτήριο αναφοράς κατοικίας που διαθέτει τοπικές αντλίες θερμότητας.

4.4. ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ (ΑΠΟΔΟΣΗΣ)

Οι τερματικές μονάδες εκπομπής είναι τα στοιχεία των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης / ψύξης, τα οποία τελικά αποδίδουν τη θερμική ή/και ψυκτική ενέργεια στους χώρους. Είναι θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας ή μονάδες επαγωγής (convectors), ενδοδαπέδια συστήματα θέρμανσης / δροσισμού, ενδοτοίχια συστήματα θέρμανσης / δροσισμού, μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου κ.ά. Η πραγματική απόδοση της απαιτούμενης θερμότητας / ψύξης από τις τερματικές μονάδες, εξαρτάται κυρίως από τις εξής παραμέτρους:

- από τον τύπο του συστήματος εκπομπής: άμεσης απόδοσης (π.χ. θερμοπομποί), ενσωματωμένα συστήματα (ενδοδαπέδιο, ενδοτοίχιο κ.ά.), μονάδες κυκλοφορίας αέρα (αερόθερμα, μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου - fan coils κ.ά.,
- από τη θέση του συστήματος εκπομπής μέσα στο χώρο, ενσωματωμένο ή μη σε δομικό στοιχείο,
- από την ομοιομορφία διανομής της ενέργειας (θερμοκρασιακή και υδραυλική ισορροπία δικτύου),
- από το σύστημα ελέγχου της εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου θέρμανσης / ψύξης (δεν επηρεάζει την απόδοση της ίδιας της συσκευής αλλά εμμέσως τη συνολική απόδοση του συστήματος μεταφοράς της ενέργειας στους χώρους).

4.4.1. Τερματικές μονάδες κτηρίου αναφοράς

Σύμφωνα με την παράγραφο 3.3. του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ., για τις τερματικές μονάδες του κτηρίου αναφοράς ισχύουν τα εξής:

- Ο τύπος των τερματικών μονάδων, καθώς και η διάταξη και το μήκος των σωληνώσεων διανομής θέρμανσης και ψύξης των χώρων λαμβάνονται ίδια με αυτά του εξεταζόμενου κτηρίου. Κατά συνέπεια η απόδοση τερματικών μονάδων του κτηρίου αναφοράς είναι η ίδια με του εξεταζόμενου κτηρίου.
- Για τις τερματικές μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fancoil) του κτηρίου αναφοράς, η ισχύς των ανεμιστήρων λαμβάνεται ίση με του εξεταζόμενου κτηρίου.

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα αυτού δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης ή/και ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. ότι θερμαίνεται και ψύχεται. Σ' αυτήν την περίπτωση η απόδοση των τερματικών μονάδων λαμβάνεται ίση προς 93% (0,93).

Όταν το εξεταζόμενο κτήριο του τριτογενούς τομέα διαθέτει μόνο κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) διαχείρισης αέρα για την κάλυψη του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου, η απόδοση εκπομπής θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας για το κτήριο αναφοράς είναι 100%. Όταν το κτήριο κατοικίας διαθέτει κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.) διαχείρισης αέρα για την κάλυψη του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου, το κτήριο αναφοράς δεν διαθέτει Κ.Κ.Μ. και η απόδοση εκπομπής θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας είναι 93%.

4.4.2. Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας

Οι συνήθεις τερματικές μονάδες για εγκαταστάσεις θέρμανσης είναι: θερμαντικά σώματα άμεσης απόδοσης (καλοριφέρ), ενδοδαπέδια συστήματα θέρμανσης, ενδοτοίχια συστήματα και μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fancoil). Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.2.1:2008 εκτιμάται ο **βαθμός απόδοσης** ($n_{em,t}$) των τερματικών μονάδων (εκπομπής θερμότητας) του δικτύου θέρμανσης βάσει της ακόλουθης σχέσης:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{hydr}} \quad [4.7.]$$

όπου: f_{rad} ο παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των τερματικών μονάδων και εξαρτάται από το ύψος των χώρων που θερμαίνονται. Ισχύει μόνο για τις τερματικές μονάδες ακτινοβολίας, ενώ για τα υπόλοιπα συστήματα ισούται με μονάδα, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες θέρμανσης σε χώρους	frad
με ύψος μικρότερο από 4 m	1,00
με ύψος ίσο ή μεγαλύτερο από 4 m	0,95
με ανακυκλοφορία αέρα για μεγάλα ύψη	1,00

f_{im} ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτηρίου, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες θέρμανσης:	f_{im}
με συνεχή λειτουργία	1,00
με διακοπτόμενη λειτουργία*	0,97

* με δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης λειτουργίας σε επίπεδο τερματικής μονάδας

f_{hydr} ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες:	f_{hydr}
με υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα	1,00
με συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03

η_{em} η **απόδοση εκπομπής** μια τερματικής μονάδας και εξαρτάται από:

- την καθ’ ύψος κατανομή θερμοκρασίας του αέρα,
- τον τύπο τερματικής μονάδας (θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, μονάδες επαγωγής κ.ά.),
- τη θέση, το ύψος τοποθέτησης,
- τη μέση θερμοκρασία της μονάδας εκπομπής,
- τον τύπο του συστήματος ελέγχου της θερμοκρασίας του χώρου, ο οποίος λαμβάνεται υπόψη με τους συντελεστές που αναφέρονται στην παράγραφο 5.2,
- τις ειδικές απώλειες ανάλογα εάν η τερματική μονάδα είναι άμεσης απόδοσης (θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, μονάδες επαγωγής, μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου) ή έμμεσης απόδοσης (ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία, π.χ. ενδοδαπέδιο, ενδοτοίχιο κ.ά.).

Στον πίνακα 4.12. δίνεται η απόδοση εκπομπής η_{em} για διάφορους τύπους τερματικών μονάδων και ανάλογα με τη θερμοκρασία θερμαντικού μέσου.

Οι θερμάστρες αερίου ή πετρελαίου και τα τυποποιημένα - πιστοποιημένα ενεργειακά τζάκια ή τα κοινά τζάκια ή οι σόμπες θεωρούνται ως άμεσης απόδοσης σε θερμοκρασία λειτουργίας (90 - 70^{o}C) και για τους υπολογισμούς λαμβάνονται οι αποδόσεις εκπομπής του πίνακα 4.12. Για τις τοπικές αντλίες θερμότητας η απόδοση εκπομπής των εσωτερικών μονάδων στους υπολογισμούς λαμβάνεται ίση προς 93% (0,93). Στον πίνακα 4.13. δίνεται η απόδοση εκπομπής $η_{em}$ για τοπικές ηλεκτρικές τερματικές μονάδες.

Πίνακας 4.12. *Απόδοση εκπομπής $η_{em}$ τερματικών μονάδων θέρμανσης.*

Απόδοση εκπομπής $η_{em}$ τερματικών μονάδων θέρμανσης			
Τύπος τερματικής μονάδας	**Θερμοκρασία μέσου T [^{o}C]**		
	90 - 70	**70 - 50**	**50 - 35**
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,85	0,89	0,91
Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	0,89	0,93	0,95
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,90
Ενδοτοίχιο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,87
Σύστημα θέρμανσης οροφής	–	–	0,85

Πίνακας 4.13. *Απόδοση εκπομπής $η_{em}$ τοπικών ηλεκτρικών μονάδων.*

Τύπος τερματικής μονάδας	**Απόδοση εκπομπής $η_{em}$ ηλεκτρικών μονάδων**
Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εσωτερικό τοίχο	0,91
Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εξωτερικό τοίχο	0,94

Όταν σε ένα κτήριο ή σε μια θερμική ζώνη υπάρχουν περισσότεροι του ενός τύποι τερματικών μονάδων, τότε η συνολική απόδοση εκπομπής λαμβάνεται ως μια μέση σταθμισμένη τιμή, ανάλογα με την απόδοση της κάθε τερματικής μονάδας και του ποσοστού συμμετοχής της στο σύνολο του καλυπτόμενου φορτίου (από το σύνολο των τερματικών μονάδων).

Σε περίπτωση προφανών βλαβών και κακοσυντήρησης των τερματικών μονάδων (κατεστραμμένα τμήματα, διαβρώσεις, διαρροές κ.ά.), η απόδοση των τερματικών μονάδων εκπομπής λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%.

Όταν το κτήριο διαθέτει μόνο κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.) διαχείρισης αέρα για την κάλυψη του συνολικού θερμικού φορτίου, η απόδοση εκπομπής θερμικής ενέργειας λαμβάνεται 100%.

4.4.3. Τερματικές μονάδες απόδοσης ψύξης

Οι συνήθεις τερματικές μονάδες για εγκαταστάσεις ψύξης, είναι μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fancoil), εσωτερικές μονάδες συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία αέρα (στόμια δικτύου αεραγωγών), ενδοδαπέδια και ενδοτοίχια συστήματα δροσισμού και ψυχόμενη οροφή.

Ο **βαθμός απόδοσης** ($n_{em,t}$) των τερματικών μονάδων ψύξης υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im} \cdot f_{hydr}} \qquad [4.8.]$$

όπου: f_{im} ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτηρίου, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες θέρμανσης με:	**f_{im}**
συνεχή λειτουργία	1,00
διακοπτόμενη λειτουργία*	0,97

* με ρύθμιση λειτουργίας σε επίπεδο τερματικής μονάδας

f_{hydr} ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες με:	**f_{hydr}**
υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα	1,00
συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03

η_{em} η **απόδοση εκπομπής** της ίδιας της μονάδας.

Ενδεικτικές τιμές για την απόδοση εκπομπής (η_{em}) δίνονται στον πίνακα 4.14.

Πίνακας 4.14. *Απόδοση η_{em} τερματικών μονάδων ψύξης*

Τύπος τερματικής μονάδας	**Απόδοση εκπομπής η_{em} μονάδων ψύξης**
Άμεσα συστήματα: π.χ. μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan-coils), δαπέδου ή οροφής, εσωτερικές μονάδες τοπικών συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία κυκλοφορίας αέρα κ.ά.	0,93
Ενσωματωμένες τερματικές μονάδες: π.χ. ενδοτοίχιο, ενδοδαπέδιο, ψυχόμενες οροφές	0,90
Τοπικές αντλίες θερμότητας	0,93

Όταν σε ένα κτήριο ή σε θερμική ζώνη υπάρχουν περισσότεροι του ενός τύποι τερματικών μονάδων, ως απόδοση εκπομπής λαμβάνεται μια μέση σταθμισμένη τιμή, ανάλογα με την απόδοση κάθε τερματικής μονάδας και του ποσοστού συμμετοχής (ψυκτική ικανότητα) της στο σύνολο του καλυπτόμενου φορτίου (των τερματικών μονάδων).

Σε περίπτωση προφανών βλαβών και κακοσυντήρησης (κατεστραμμένα τμήματα, διαβρώσεις, διαρροές κ.ά.) των τερματικών μονάδων, η απόδοση τερματικών μονάδων εκπομπής λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%.

Όταν το κτήριο διαθέτει μόνο κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) διαχείρισης αέρα για την κάλυψη του συνολικού ψυκτικού φορτίου, η απόδοση εκπομπής ψυκτικής ενέργειας λαμβάνεται 100%.

4.5. ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ / ΨΥΞΗΣ

Κάθε σύστημα κεντρικής θέρμανσης ή/και ψύξης, διαθέτει βοηθητικά συστήματα για τον έλεγχο λειτουργίας, την κυκλοφορία και διανομή του θερμού ή/και ψυχρού μέσου κ.ά. Αυτά τα συστήματα μπορεί να είναι αντλίες, κυκλοφορητές, ηλεκτροβάνες, ανεμιστήρες αερισμού (π.χ. λεβητοστασίου), ανεμιστήρες τερματικών μονάδων (π.χ. fancoils), αυτοματισμοί κ.ά.

Ιδιαίτερα για τις κεντρικές υδρόψυκτες μονάδες ψύξης, διευκρινίζεται πως η ισχύς του πύργου ψύξης λαμβάνεται υπόψη ως βοηθητική ενέργεια. Η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων μιας κεντρικής εγκατάστασης υπολογίζεται κατά τη διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης / ψύξης ενός κτηρίου και χρησιμοποιείται κατόπιν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Κατά την επιθεώρηση του κτηρίου, ο επιθεωρητής καταγράφει τη συνολική ισχύ των βοηθητικών συστημάτων και τη συνυπολογίζει στην ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Ως παράμετρος στους υπολογισμούς χρησιμοποιείται για τα βοηθητικά συστήματα η εγκατεστημένη ισχύς (kW), δηλαδή η συνολική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς των βοηθητικών συστημάτων κυκλοφορίας ζεστού ή ψυχρού μέσου (π.χ. νερού) και διανομής στους χώρους της θερμικής ζώνης. Αν το ίδιο σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει τα απαιτούμενα θερμικά ή ψυκτικά φορτία σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, τότε, για την εκτίμηση της ηλεκτρικής ισχύος που αντιστοιχεί σε κάθε θερμική ζώνη (π.χ. διαμέρισμα), γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα με το ποσοστό θερμικού ή ψυκτικού φορτίου που παρέχει σε κάθε θερμική ζώνη (π.χ. χιλιοστά θέρμανσης).

Σε περίπτωση που τα βοηθητικά συστήματα διαθέτουν κάποιο σύστημα ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας (π.χ. ρυθμιστές στροφών - inverters, νυχτερινή ρύθμιση, ρυθμιστής πίεσης κ.ά.), τότε στους υπολογισμούς λαμβάνεται υπόψη και ο συντελεστής βαρύτητας όπως περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.

Τα βοηθητικά συστήματα καταναλώνουν στη συντριπτική πλειονότητά τους ηλεκτρική ενέργεια, ανάλογα με το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου και τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου. Ο χρόνος λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων εκτιμάται στη βάση του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης και ανάλογα με την περίοδο (θερινή, χειμερινή) και την κλιματική ζώνη. Τυπικές τιμές για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 4.15.

Πίνακας 4.15. *Ποσοστό χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης / ψύξης σε κάθε κλιματική ζώνη.*

Κτήρια	**Ποσοστό χρόνου λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων επί του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου, ανά περίοδο και κλιματική ζώνη**			
	Χειμερινή περίοδο		**Θερινή περίοδο**	
	Ζώνες Α & Β	**Ζώνες Γ & Δ**	**Ζώνες Α & Β**	**Ζώνες Γ & Δ**
Οικιακού τομέα	50%	75%	30%	15%
Τριτογενή τομέα	80%	100%	80%	50%

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα κτηρίου δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης ή/και ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. ότι θερμαίνεται και ψύχεται όπως το κτήριο αναφοράς. Σ' αυτήν την περίπτωση η εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων για κεντρικές εγκαταστάσεις θέρμανσης ή/και ψύξης λαμβάνεται κατά σύμβαση ίση με 0,1 W/m^2 για τα κτήρια κατοικιών και 5 W/m^2 για τα κτήρια του τριτογενούς τομέα, τόσο για το υπό εξέταση κτήριο όσο και για το κτήριο αναφοράς. Τις τιμές αυτές εγκατεστημένης

ισχύος βοηθητικών συστημάτων λαμβάνει επίσης το κτήριο αναφοράς που κατά σύμβαση διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα, στις περιπτώσεις όπου το υπό εξέταση κτήριο διαθέτει οποιοδήποτε σύστημα θέρμανσης εκτός από, κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα ή σύστημα τηλεθέρμανσης ή αντλίες θερμότητας (τοπικές ή κεντρικές). Για κτήριο κατοικίας χωρίς σύστημα ψύξης, το οποίο κατά σύμβαση διαθέτει σύστημα ψύξης τοπική αντλία θερμότητας όπως του κτηρίου αναφοράς, η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων λαμβάνεται μηδενική.

Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ο χρόνος λειτουργίας και η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ίδιος με του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου.

4.6. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ

Το σύστημα μηχανικού αερισμού μπορεί να είναι ένα αυτόνομο τοπικό ή κεντρικό σύστημα αερισμού (προσαγωγή νωπού αέρα χωρίς άλλη επεξεργασία εκτός από φιλτράρισμα του αέρα) ή/και εξαερισμού (απαγωγή και απόρριψη εσωτερικού αέρα) ή/και τμήμα ενός δικτύου αερισμού με κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.) διαχείρισης αέρα (θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, αφύγρανση, φιλτράρισμα αέρα), δηλαδή πλήρης κλιματισμός και προσαγωγή του απαιτούμενου νωπού αέρα για το χώρο ή την θερμική ζώνη.

Ο αερισμός του κτηρίου (ελεγχόμενος φυσικός, μηχανικός, μη ελεγχόμενος λόγω ύπαρξης χαραμάδων) είναι ένας βασικός παράγοντας που επιδρά στα φορτία θέρμανσης / ψύξης και κατά συνέπεια επηρεάζει την τελική ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, στους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων μιας θερμικής ζώνης (ή του συνόλου του κτηρίου) λαμβάνονται υπόψη τρεις τύποι αερισμού όπως:

- ο αερισμός μέσω χαραμάδων κουφωμάτων (διείσδυση αέρα),
- ο ελεγχόμενος φυσικός αερισμός από τη χρήση των κουφωμάτων,
- ο μηχανικός αερισμός, μέσω συστημάτων αερισμού - εξαερισμού - κλιματισμού.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τον αερισμό λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

α) Σε όλα τα κτήρια υπάρχει αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτηρίου (διείσδυση αέρα από χαραμάδες κουφωμάτων κ.ά.) καθ' όλο το 24-ώρο.

β) Φυσικός αερισμός εφαρμόζεται **μόνο** στα κτήρια κατοικίας, όπως και στο κτήριο αναφοράς κατοικίας. Σε περίπτωση που ένα κτήριο κατοικίας διαθέτει μηχανικό αερισμό, τότε λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς μόνο για το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο και όχι για το κτήριο αναφοράς, στο οποίο και σ' αυτήν την περίπτωση εφαρμόζεται φυσικός αερισμός. Όταν υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού σε ένα κτήριο κατοικίας, τότε κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ο φυσικός αερισμός μειώνεται κατά το ποσό του νωπού αέρα που προσάγεται από το σύστημα μηχανικού αερισμού.

γ) Μηχανικός αερισμός, με την έννοια που ορίστηκε παραπάνω, εφαρμόζεται σε όλα τα κτήρια του τριτογενούς τομέα. Το κτήριο αναφοράς διαθέτει τα ίδια συστήματα μηχανικού αερισμού με το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, αλλά με συνολική παροχή νωπού αέρα ίση με τα απαιτούμενα επίπεδα που αναφέρονται στον πίνακα 2.3. αυτής της τεχνικής οδηγίας, με σύστημα ανάκτησης θερμότητας / ψύξης και τεχνικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στην επόμενη παράγραφο. Σε περίπτωση που το σύστημα μηχανικού αερισμού του κτηρίου παρέχει λιγότερο νωπό αέρα από τον απαιτούμενο (πίνακας 2.3.), τότε στους υπολογισμούς θεωρείται ότι στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο υπάρχει και επιπλέον μηχανικό

σύστημα προσαγωγής νωπού αέρα με παροχή αέρα ίση με το υπολειπόμενο ποσό από το απαιτούμενο και χωρίς ανακυκλοφορία και ανάκτηση θερμότητας / ψύξης. Σε περίπτωση μη ύπαρξης μηχανικού αερισμού, θεωρείται ότι το εξεταζόμενο κτήριο του τριτογενούς τομέα διαθέτει σύστημα αερισμού παροχής νωπού αέρα σύμφωνα με τον πίνακα 2.3. με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου αναφοράς και χωρίς ανακυκλοφορία και ανάκτηση θερμότητας / ψύξης. Σε περίπτωση που το σύστημα μηχανικού αερισμού του κτηρίου, βάσει υψηλών απαιτήσεων οι οποίες αναφέρονται και τεκμηριώνονται κατά τη μελέτη σχεδιασμού (διαστασιολόγησης) του συστήματος αερισμού, παρέχει περισσότερο νωπό αέρα από τον απαιτούμενο του πίνακα 2.3., τότε για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης θεωρείται ότι στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο παρέχεται ποσότητα νωπού αέρα ίση με την οριζόμενη στο πίνακα 2.3. Κατά την θεώρηση αυτή, η απομείωση της παροχής νωπού αέρα γίνεται ομοιόμορφα (κατά το ίδιο ποσοστό) από όλα τα συστήματα μηχανικού αερισμού του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης.

Ο μελετητής καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των συστημάτων αερισμού του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, όπως προκύπτουν από τις μελέτες των αντίστοιχων συστημάτων. Αντίστοιχα, ο ενεργειακός επιθεωρητής καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αερισμού από το έντυπο εγκαταστάσεων κλιματισμού / ψύξης, για τα οποία κάνει ταυτοποίηση.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στους υπολογισμούς για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου, δεν λαμβάνονται υπόψη και δεν καταγράφονται τα συστήματα αερισμού εφαρμογών με ιδιαίτερες απαιτήσεις αερισμού, όπως ο τοπικός αερισμός μαγειρείων, αποθήκευσης ή συντήρησης τροφίμων, ειδικών ιατρικών χώρων κ.ά., τα οποία δεν χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών νωπού αέρα για τους χρήστες των χώρων.

4.6.1. <u>Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς</u>

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ, εφαρμόζονται ελάχιστες προδιαγραφές για το σύστημα εξαερισμού ή μηχανικού αερισμού για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια ως εξής:

- Οι απαιτήσεις για νωπό αέρα στα κτήρια του τριτογενή τομέα, θα καλύπτονται μέσω μηχανικού αερισμού (προσαγωγής νωπού, ή κεντρικής κλιματιστικής μονάδα διαχείρισης αέρα ΚΚΜ). Κάθε σύστημα μηχανικού αερισμού που εγκαθίσταται στο κτήριο με παροχή νωπού αέρα ≥ 60%, επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτηρίων διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού λ=0,040 W/(m.K) και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm.

Το κτήριο αναφοράς διαθέτει τα ίδια συστήματα μηχανικού αερισμού με το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, αλλά με παροχή νωπού αέρα ίση με τα απαιτούμενα επίπεδα που αναφέρονται στον πίνακα 2.3. αυτής της τεχνικής οδηγίας, με σύστημα ανάκτησης θερμότητας / ψύξης και με ισχύ ανεμιστήρων όπως ορίζεται ακολούθως. Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο έχει μεγαλύτερη παροχή νωπού αέρα (χωρίς τεκμηρίωση) από το κτήριο αναφοράς (πίνακας 2.3.), τότε η απομείωση της παροχής νωπού αέρα γίνεται ομοιόμορφα (κατά αναλογία του ποσοστού νωπού αέρα κάθε συστήματος), από όλα τα συστήματα μηχανικού αερισμού του κτηρίου αναφοράς.

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ, για το σύστημα εξαερισμού ή μηχανικού αερισμού του κτηρίου αναφοράς ισχύουν τα εξής:

- Για το κτήριο αναφοράς στις κατοικίες θεωρείται ότι εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις, όπως καθορίζονται στην ενότητα 2.4.3. (πίνακας 2.3.) αυτής της τεχνικής οδηγίας.
- Για το κτήριο αναφοράς του τριτογενούς τομέα το σύστημα μηχανικού αερισμού έχει τα εξής χαρακτηριστικά:
  - Προσαγωγή ή/και απαγωγή νωπού αέρα σύμφωνα με την ενότητα 2.4.3. (πίνακας 2.3.) αυτής της τεχνικής οδηγίας.
  - Το σύστημα μηχανικού αερισμού διαθέτει εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας με συντελεστή ανάκτησης θερμότητας η_R = 0,5.
  - Η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων εξαερισμού λαμβάνεται ίση με 1,0 kW/m³/s.

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ., για τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.) του κτηρίου αναφοράς ισχύουν τα εξής:

- Για τις Κ.Κ.Μ του κτηρίου αναφοράς του τριτογενούς τομέα η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων (προσαγωγής ή επιστροφής) λαμβάνεται ίση με 1,5 kW/(m³/s). Σε ειδικές περιπτώσεις, κατά τις οποίες απαιτείται διάταξη ειδικών φίλτρων, ή/και υπάρχει σύστημα ύγρανσης, ή/και σύστημα ανάκτησης θερμότητας, η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με 2,5 kW/(m³/s).
- Όλες οι Κ.Κ.Μ του κτηρίου αναφοράς του τριτογενούς τομέα με παροχή νωπού αέρα ≥ 60% επί της ονομαστικής παροχής τους διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με εναλλάκτη θερμότητας και με συντελεστή ανάκτησης η_R = 0,5. Για παροχή νωπού αέρα <60% ο συντελεστής ανάκτησης είναι η_R = 0.
- Το σύστημα ύγρανσης αέρα του κτηρίου αναφοράς του τριτογενούς τομέα είναι ίδιο με εκείνο του εξεταζόμενου κτηρίου, ανεξάρτητα αν είναι ενσωματωμένο στην Κ.Κ.Μ ή αποτελεί αυτόνομο εξωτερικό σύστημα.

4.6.2. Μηχανικός αερισμός ή/και εξαερισμός

Μηχανικός αερισμός παροχής νωπού αέρα ή/και εξαερισμός είναι ένα σύστημα αερισμού που εφαρμόζεται συχνά σε κτήρια του τριτογενούς τομέα και κυρίως σε κτήρια με υψηλή πυκνότητα χρηστών (π.χ. σε χώρους συνάθροισης κοινού). Σε όλα τα νέα ή/και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. θα πρέπει να υπάρχει σύστημα ανάκτησης θερμότητας μεταξύ του απορριπτόμενου στο εξωτερικό περιβάλλον αέρα και του προσαγόμενου νωπού αέρα.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου πρέπει να καθορίζονται από το σύστημα μηχανικού αερισμού ή/και εξαερισμού τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- η παροχή νωπού αέρα [m³/h],
- η απαγωγή αέρα από τη θερμική ζώνη [m³/h],
- η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα [W/m³/s],
- η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα απαγωγής αέρα [W/m³/s] και
- ο βαθμός απόδοσης του συστήματος ανάκτησης [%].

Η θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα θεωρείται ίση με την εξωτερική θερμοκρασία της περιοχής, ενώ η θερμοκρασία απορριπτόμενου αέρα θεωρείται ίση με τη θερμοκρασία της θερμικής ζώνης, τόσο για το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο όσο και για τον κτήριο αναφοράς. Για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ότι η προσαγωγή νωπού αέρα είναι ίση με τις ελάχιστες απαιτήσεις αερισμού (πίνακας 2.3.) ανά χρήση κτηρίου ή θερμικής ζώνης.

4.6.3. Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.), είναι συστήματα που εκτός από τη μερική ή ολική κάλυψη των απαιτούμενων επιπέδων αερισμού (πίνακας 2.3.), χρησιμοποιούνται και για την κάλυψη μερικών ή ολικών θερμικών / ψυκτικών φορτίων του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που στο κλιματιζόμενο χώρο δεν υπάρχουν άλλες τερματικές μονάδες για τη θέρμανση / ψύξη των χώρων, τότε η Κ.Κ.Μ. καλύπτει όλα τα απαιτούμενα θερμικά ή και ψυκτικά φορτία (συστήματα με 100% αέρα). Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, για την κάλυψη των φορτίων από τις Κ.Κ.Μ. ισχύουν τα εξής:

- Οι Κ.Κ.Μ. καλύπτουν μόνο τα φορτία (θερμικά / ψυκτικά) του απαιτούμενου νωπού αέρα, όταν λειτουργούν σε ένα κτήριο παράλληλα με άλλες τερματικές μονάδες, οι οποίες καλύπτουν τα υπόλοιπα φορτία (θερμικά / ψυκτικά) από απώλειες κελύφους κ.τ.λ. Δηλαδή οι ΚΚΜ λειτουργούν σαν μονάδες προ-κλιματισμού.
- Οι Κ.Κ.Μ. καλύπτουν όλα τα απαιτούμενα θερμικά / ψυκτικά φορτία: από τον απαιτούμενο νωπό αέρα, απώλειες κτηριακού κελύφους κ.τ.λ.
- Σε περίπτωση κεντρικών κλιματιστικών μονάδων μεταβαλλόμενης παροχής αέρα ή δυνατότητας ρύθμισης της θερμοκρασίας προσαγόμενου αέρα, η μείωση της κατανάλωσης θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας κατά τους υπολογισμούς, λαμβάνεται υπόψη στον καθορισμό των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά λειτουργίας των Κ.Κ.Μ. ταυτοποιούνται από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή ή από μετρήσεις ή από το σύστημα ελέγχου BEMS, εάν υπάρχει. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου χρησιμοποιούνται τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά των Κ.Κ.Μ.:

- Η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα για την περίοδο θέρμανσης, από την Κ.Κ.Μ. προς τον θερμαινόμενο χώρο. Κατά τη λειτουργία μιας κεντρικής μονάδας κλιματισμού στην πράξη, η θερμοκρασία προσαγωγής αέρα ρυθμίζεται τουλάχιστον 3^{o}C πάνω από την επιθυμητή, ανάλογα με τα απαιτούμενα θερμικά φορτία του χώρου που πρέπει να καλυφθούν ή αν εφαρμόζεται προ-κλιματισμός στο θερμαινόμενο χώρο. Σύμφωνα όμως με τη μεθοδολογία των ευρωπαϊκών προτύπων, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου ως θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. θα πρέπει να λαμβάνεται η επιθυμητή θερμοκρασία χώρου για τη χειμερινή περίοδο. Στο υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο, όπως και στο κτήριο αναφοράς, σε όλες τις περιπτώσεις (μονάδες κλιματισμού ή προ-κλιματισμού), η θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. λαμβάνεται ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία θέρμανσης του χώρου. Η μεθοδολογία που προτείνουν τα ευρωπαϊκά πρότυπα, υπολογίζει ανάλογα την περίπτωση (προ-κλιματισμού ή κλιματισμού) την κατάλληλη σταθμισμένη θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα, με βάση την επιθυμητή που καθορίζεται από τον μελετητή/επιθεωρητή, θεωρώντας ότι έχει γίνει σωστή διαστασιολόγηση των κεντρικών μονάδων κλιματισμού. Στην περίπτωση που οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού ή προ-κλιματισμού, έχουν σχεδιαστεί χωρίς να διαθέτουν διατάξεις αυτομάτου ελέγχου, τότε η κατανάλωση θερμικής ενέργειας αυξάνεται, βάσει των συντελεστών που ορίζονται στην παράγραφο 5.2.
- Η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα για την περίοδο ψύξης, από την Κ.Κ.Μ. προς τον ψυχόμενο χώρο. Κατά τη λειτουργία μιας κεντρικής μονάδας κλιματισμού στην πράξη, η θερμοκρασία προσαγωγής αέρα ρυθμίζεται τουλάχιστον 3^{o}C κάτω από την επιθυμητή, ανάλογα με τα απαιτούμενα ψυκτικά φορτία του χώρου που πρέπει να καλυφθούν ή αν εφαρμόζεται προ-κλιματισμός στο ψυχόμενο χώρο. Σύμφωνα όμως με τη μεθοδολογία των

ευρωπαϊκών προτύπων, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου ως θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. θα πρέπει να λαμβάνεται η επιθυμητή θερμοκρασία χώρου για τη θερινή περίοδο. Στο υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο, όπως και στο κτήριο αναφοράς, σε όλες τις περιπτώσεις (μονάδες κλιματισμού ή προ-κλιματισμού), η θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. λαμβάνεται ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία ψύξης του χώρου. Η μεθοδολογία που προτείνουν τα ευρωπαϊκά πρότυπα, υπολογίζει ανάλογα την περίπτωση (προ-κλιματισμού ή κλιματισμού) την κατάλληλη σταθμισμένη θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα, με βάση την επιθυμητή που καθορίζεται από τον μελετητή/επιθεωρητή, θεωρώντας ότι έχει γίνει σωστή διαστασιολόγηση των κεντρικών μονάδων κλιματισμού. Στην περίπτωση που οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού ή προ-κλιματισμού, έχουν σχεδιαστεί χωρίς να διαθέτουν διατάξεις αυτομάτου ελέγχου, τότε η κατανάλωση ψυκτικής ενέργειας αυξάνεται, βάσει των συντελεστών που ορίζονται στην παράγραφο 5.2.

- Η παροχή κλιματιζόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. στον κλιματιζόμενο χώρο σε (m^3/sec), για την χειμερινή ή/και για τη θερινή περίοδο. Για τους υπολογισμούς λαμβάνεται η παροχή που καταγράφεται στην επιθεώρηση ή αναφέρεται στις προδιαγραφές λειτουργίας της Κ.Κ.Μ. Το κτήριο αναφοράς ως παροχή κλιματιζόμενου αέρα λαμβάνει τις ελάχιστες απαιτήσεις της παραγράφου 2 (πίνακας 2.3.) για τον σύνολο των ΚΚΜ.
- Το ποσοστό νωπού αέρα που προσάγει η Κ.Κ.Μ. ή/και το ποσοστό ανακυκλοφορίας, για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο. Για τους υπολογισμούς λαμβάνεται το ποσοστό ανακυκλοφορίας που καταγράφεται στην επιθεώρηση ή αναφέρεται στις προδιαγραφές λειτουργίας της Κ.Κ.Μ. Το κτήριο αναφοράς ως παροχή κλιματιζόμενου αέρα λαμβάνει τις ελάχιστες απαιτήσεις της παραγράφου 2 (πίνακας 2.3.) για τον σύνολο των ΚΚΜ.
- Ο βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας που διαθέτει η Κ.Κ.Μ. Στην περίπτωση ανάκτησης θερμότητας από τον απορριπτόμενο αέρα εκτιμάται ο τύπος και η απόδοση του εναλλάκτη θερμότητας αέρος - αέρος. Ενδεικτική τιμή 50 - 70%. Για το κτήριο αναφοράς ο βαθμός απόδοσης εναλλάκτη είναι 50%. Το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15241 λαμβάνει υπόψη την ανάκτηση θερμότητας μόνο στην περίπτωση που δεν υπάρχει ανακυκλοφορία αέρα, δηλαδή όταν το ποσοστό νωπού αέρα είναι 100%. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων στην περίπτωση που γίνεται ανάκτηση θερμότητας με μερική ανακυκλοφορία του αέρα, η οποία είναι η συνήθης κατάσταση λειτουργίας των Κ.Κ.Μ., γίνεται χρήση ενός λειτουργικού συντελεστή ανάκτησης θερμότητας (n_{he_total}) που υπολογίζεται ανάλογα με το ποσοστό ανακυκλοφορίας του αέρα απαγωγής R και το βαθμό απόδοσης (συντελεστής ανάκτησης θερμότητας) του εναλλάκτη n_{he}, σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$n_{he_total} = R + n_{he}(1 - R) \quad [4.9.]$$

- Η ειδική υγρασία του αέρα που προσάγεται στο χώρο από την Κ.Κ.Μ. Η ειδική υγρασία υπολογίζεται από το ψυχρομετρικό διάγραμμα με βάση την επιθυμητή σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία θέρμανσης του χώρου και αναφέρεται στη μελέτη σχεδιασμού της μονάδας. Σε περίπτωση μη ύπαρξης μελέτης, η ειδική υγρασία του προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. προς το χώρο λαμβάνεται για τους υπολογισμούς ίση με 7 (g/kg).
- Η απόδοση του συστήματος ανάκτησης υγρασίας στην Κ.Κ.Μ., εάν είναι διαθέσιμο. Σε περίπτωση μη ανάκτησης υγρασίας η απόδοση του συστήματος ανάκτησης υγρασίας λαμβάνει την τιμή 0.
- Η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα σε kW/m^3/s, δηλαδή η ηλεκτρική ισχύς ανά μονάδα παρεχόμενου αέρα. Ενδεικτικές τιμές 0,5 - 2,5 kW/m^3/s για απλές Κ.Κ.Μ. και 2,5 - 6,5 kW/m^3/s

για σύνθετα συστήματα Κ.Κ.Μ., με εναλλάκτες και πολυβάθμια φίλτρα (π.χ. για χώρους νοσοκομείων).

- Η αύξηση θερμοκρασίας αέρα (ΔΤ) λόγω ανεμιστήρα ή/και φίλτρων σε Κ. Είναι η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, λόγω της ροής του μέσω του ανεμιστήρα ή των φίλτρων και εξαρτάται από τη θέση του κινητήρα μέσα στην ροή του αέρα. Για τους υπολογισμούς καθορίζεται η αύξηση της θερμοκρασία ΔΤ = 1 Κ.
- Ο χρόνος λειτουργίας της Κ.Κ.Μ. για κάθε περίοδο λειτουργίας: θέρμανσης ή/και ψύξης, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με τον χρόνο λειτουργίας του κτηρίου.

4.7. ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΓΡΑΝΣΗΣ

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα μπορεί να διαθέτουν τοπικό ή κεντρικό σύστημα ύγρανσης προσαγόμενου αέρα (σε λειτουργία θέρμανσης). Όταν υπάρχει σύστημα ύγρανσης σε μια Κ.Κ.Μ. του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, τότε συνυπολογίζεται το απαιτούμενο φορτίο για την παραγωγή και παροχή υγρασίας (νερό ή/και ατμός) στην Κ.Κ.Μ. Το απαιτούμενο φορτίο για την ύγρανση του προσαγόμενου αέρα από την Κ.Κ.Μ. καλύπτεται από αντίστοιχο κεντρικό ή τοπικό σύστημα. Τα στοιχεία του συστήματος παραγωγής και παροχής υγρασίας που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς είναι τα εξής:

- Το είδος του συστήματος παραγωγής και παροχής υγρασίας: ατμολέβητας κεντρικής παροχής, τοπικό σύστημα παροχής νερού (ψεκασμού) ή παραγωγής ατμού μέσω ηλεκτρικής αντίστασης κ.ά.
- Η απόδοση της μονάδας παραγωγής ατμού. Για κεντρικές μονάδες ατμού λαμβάνονται υπόψη όσα ορίζονται και στις μονάδες παραγωγής θερμότητας στην ενότητα 4.1.2 Για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται από τον πίνακα 4.1. Για τοπικές μονάδες παραγωγής ατμού ή ψεκασμού, ο βαθμός απόδοσης παραγωγής λαμβάνεται μονάδα (1), τόσο για το υπό μελέτη κτήριο όσο και για το κτήριο αναφοράς.
- Ο χρόνος λειτουργίας της μονάδας παραγωγής και παροχής ύγρανσης στην Κ.Κ.Μ. λαμβάνεται ίσος με το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου κατά την περίοδο θέρμανσης και ψύξης.
- Οι απώλειες διανομής, εάν πρόκειται για κεντρική μονάδα παραγωγής ατμού. Οι απώλειες διανομής τόσο για το εξεταζόμενο κτήριο, όσο και για το κτήριο αναφοράς προσδιορίζονται σύμφωνα με την παράγραφο 4.3.4 και όπως αναφέρονται στον πίνακα 4.11 για υψηλές θερμοκρασίες μέσου. Σε περίπτωση περισσοτέρων της μιας μονάδας παραγωγής ατμού, οι απώλειες του δικτύου διανομής λαμβάνονται για την συνολική ισχύ των μονάδων παραγωγής. Οι απώλειες διανομής για τοπικά συστήματα θεωρούνται αμελητέες και λαμβάνονται μηδενικές.
- Οι απώλειες εκπομπής (π.χ. από την μονάδα αποθήκευσης ατμού ή ζεστού νερού) για ύγρανση θεωρούνται αμελητέες τόσο στο υπό εξέταση κτήριο, όσο και στο κτήριο αναφοράς.

Το σύστημα ύγρανσης προσαγόμενου νωπού αέρα του κτηρίου αναφοράς είναι ίδιο με του υπό εξέταση κτηρίου. Σε περίπτωση που στο υπό εξέταση κτήριο δεν απαιτείται η εφαρμογή συστήματος ύγρανσης προσαγόμενου νωπού αέρα, τότε και το κτήριο αναφοράς δεν διαθέτει σύστημα.

4.8. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Ο αρχικός σχεδιασμός της εγκατάστασης ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να προβλέπεται η κάλυψη των μερικών φορτίων (π.χ. κατά τη θερινή περίοδο) ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, το ωράριο λειτουργίας και την διακύμανση της ζήτησης Ζ.Ν.Χ. του κτηρίου χωρίς σπατάλη ενέργειας. Σε μεγάλα κτήρια με κεντρικές εγκαταστάσεις παραγωγής Ζ.Ν.Χ. και μεγάλα ονομαστικά φορτία Ζ.Ν.Χ., η χρήση πολυβάθμιων λεβήτων και εποχιακά μεταβλητής αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ., συμβάλλουν προς την κατεύθυνση της βελτιστοποίησης της λειτουργίας της εγκατάστασης Ζ.Ν.Χ. και κατά συνέπεια της εξοικονόμησης ενέργειας. Επισημαίνεται ότι η παροχή Ζ.Ν.Χ. πρέπει να προβλέπεται για όλα τα σημεία του κτηρίου που υπάρχει απαίτηση για Ζ.Ν.Χ., ακόμη και στα σημεία εγκατάστασης πλυντηρίων ή άλλων συσκευών που καταναλώνουν κατά τη λειτουργία τους Ζ.Ν.Χ.

Για κάθε εγκατάσταση Ζ.Ν.Χ. που χρησιμοποιείται σε ένα κτήριο ή σε μια θερμική ζώνη πρέπει να προσδιορίζονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά που εισάγονται ως δεδομένα για τους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για την εγκατάσταση Ζ.Ν.Χ. είναι η απόδοση των μονάδων παραγωγής Ζ.Ν.Χ., οι απώλειες των δικτύων διανομής Ζ.Ν.Χ. και των τερματικών μονάδων (π.χ. θερμαντήρων με εναλλάκτες θερμότητας ή ηλεκτρικών αντιστάσεων κ.ά.). Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται τοπικές συσκευές άμεσης παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (π.χ. θερμαντήρες ροής, ταχυθερμοσίφωνες), οι απώλειες δικτύων διανομής και τερματικών μονάδων στους ενεργειακούς υπολογισμούς λαμβάνονται ως μηδενικές.

Στις περιπτώσεις κτηρίων με μεγάλες απαιτήσεις σε Ζ.Ν.Χ., η παραγωγή θερμότητας για Ζ.Ν.Χ. συνιστάται να γίνεται μέσω κεντρικών μονάδων θέρμανσης, με χρήση πετρελαίου ή αερίου, με παράλληλη χρήση ηλιακών συλλεκτών και εφεδρική ηλεκτρική αντίσταση. Γι' αυτή τη διάταξη απαιτείται εγκατάσταση θερμαντήρα (boiler) διπλής ή τριπλής ενέργειας. Οι θερμαντήρες του Ζ.Ν.Χ. μπορεί να είναι κεντρικοί (στο λεβητοστάσιο) ή κοντά στις τελικές χρήσεις, π.χ. δωμάτιο ξενοδοχείου, κατοικία, διαμέρισμα κ.τ.λ.

Στις μονοκατοικίες ο σχεδιασμός απλοποιείται αφού υπάρχει μόνον ένας τελικός χρήστης και μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί ένα συνδυασμένο σύστημα θερμαντήρα διπλής ή τριπλής ενέργειας. Για κτήρια πολυκατοικιών ο πιο αποδοτικός σχεδιασμός είναι η εγκατάσταση ενός κεντρικού λέβητα, ο οποίος θα τροφοδοτεί με Ζ.Ν.Χ. τους θερμαντήρες διπλής ή τριπλής ενέργειας των επί μέρους διαμερισμάτων με σύγχρονη καταγραφή (μέτρηση) της κατανάλωσης του Ζ.Ν.Χ. που αναλίσκεται σε κάθε θερμαντήρα με δυνατότητα επιλεκτικής λειτουργίας για κάθε διαμέρισμα. Ο λέβητας μπορεί να είναι κοινός και για τη θέρμανση με ξεχωριστή καταγραφή (μέτρηση) των θερμικού φορτίου, το οποίον απορροφά κάθε διαμέρισμα για τη θέρμανση χώρου. Σε περίπτωση μη διαθέσιμου Ζ.Ν.Χ. από το λέβητα ή από τον ηλιακό συλλέκτη, ο χρήστης μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του μέσω της ηλεκτρικής αντίστασης του ατομικού θερμαντήρα.

Στο μεγαλύτερο ποσοστό ελληνικών κατοικιών για την παραγωγής Ζ.Ν.Χ. χρησιμοποιούνται κατά το πλείστον ηλεκτρικοί και ηλιακοί θερμοσίφωνες (θερμαντήρες με ή χωρίς εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη), καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια, γεγονός που συνεπάγεται μεγάλη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και αντίστοιχα μεγάλη έκλυση ρύπων.

Αρκετά κτήρια, και κυρίως του τριτογενούς τομέα, στα οποία υπάρχει μεγάλη απαίτηση για ζεστό νερό χρήσης (νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.ά.), διαθέτουν κεντρικές μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ., που συνίσταται από λέβητες πετρελαίου ή αερίου και συστοιχίες ηλιακών συλλεκτών κ.ά. Σπανιότερα (κοντά σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής της Δ.Ε.Η.), συναντώνται στα ελληνικά κτήρια μονάδες τηλεθέρμανσης για Ζ.Ν.Χ. ή/και μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης - Σ.Η.Θ., κυρίως σε κτήρια του τριτογενούς τομέα.

4.8.1. Ελάχιστες απαιτήσεις & προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς

Σε όλα τα νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. είναι υποχρεωτική η κάλυψη σημαντικού μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Αυτή η υποχρέωση δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στην παράγραφο 4 του άρθρου 6 του ν. 4122/2013,καθώς και όταν οι ανάγκες σε Ζ.Ν.Χ. καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε Α.Π.Ε., Σ.Η.Θ., συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας, των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από 1,15x1/n, όπου n είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2009/28/ΕΚ. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του βαθμού απόδοσης (n), ο SPF για τις αντλίες θερμότητας, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και μόνο, πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3. Επειδή η εκτίμηση του μέσου εποχικού συντελεστή επίδοσης SPF, όπως αναφέρεται παραπάνω, δεν είναι εύκολη, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου λαμβάνεται, κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση, ο ονομαστικός συντελεστής επίδοσης COP.

Το υπό μελέτη νέο ή ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο θα πρέπει να πληροί τις πιο πάνω απαιτήσεις, ενώ σε περίπτωση αδυναμίας εγκατάστασης των ηλιακών συστημάτων (π.χ. ανεπάρκεια διαθέσιμης επιφάνειας εγκατάστασης, ή πλήρης σκιασμός οροφής) θα πρέπει να τεκμηριώνεται.

4.8.1.1. Σύστημα ζεστού νερού χρήσης για το κτήριο αναφοράς

Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος ζεστού νερού χρήσης για το κτήριο αναφοράς, όπως ορίζονται στην παράγραφο 3.5 το άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ., είναι τα εξής:

- Το κτήριο αναφοράς καλύπτει τις ανάγκες για Ζ.Ν.Χ. μέσω του κεντρικού λέβητα θέρμανσης χώρων ή ξεχωριστού συστήματος λέβητα (πετρελαίου ή τηλεθέρμανσης), με παράλληλη χρήση ηλιακών συλλεκτών και ηλεκτρικής αντίστασης για εφεδρεία.
- Το ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση για το κτήριο αναφοράς, λαμβάνεται 15% επί των αναγκών για Ζ.Ν.Χ..
- Ο κεντρικός λέβητας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. είναι πιστοποιημένος με βαθμό θερμικής απόδοσης όπως καθορίζεται στον πίνακα 4.1. αυτής της τεχνικής οδηγίας.
- Τα δίκτυα διανομής Ζ.Ν.Χ. διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις που αναφέρονται στον πίνακα 4.7. αυτής της τεχνικής οδηγίας.
- Στο κτήριο αναφοράς εφαρμόζεται η χρήση τοπικών συστημάτων μόνο σε κτήρια ή χώρων τους με περιορισμένη κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. μικρότερη ή ίση από 10 [ℓ/άτομο/ημέρα]. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η παραγωγή Ζ.Ν.Χ. μπορεί να γίνεται τοπικά με ηλεκτρικό θερμοσίφωνα ή ταχυθερμοσίφωνα με συνολικό μήκος σωλήνων έως 6 m.
- Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., θεωρείται ότι διαθέτει όπως ακριβώς και το κτήριο αναφοράς, εκτός από την κάλυψη 15% του θερμικού φορτίου μέσω ηλιακών συλλεκτών. Σ' αυτήν την περίπτωση, για μεγάλες καταναλώσεις Ζ.Ν.Χ., μεγαλύτερες από 10 [ℓ/άτομο/ημέρα], η απόδοση του λέβητα-καυστήρα για το κτήριο αναφοράς είναι 93,5%, καθώς επίσης και στην περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει οποιοδήποτε άλλο σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. εκτός από κεντρικό λέβητα και τηλεθέρμανση, ενώ το δίκτυο διανομής διέρχεται πάντα από εσωτερικούς χώρους του κτηρίου και δεν έχει ανακυκλοφορία. Στην περίπτωση κτηρίων με περιορισμένη κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. η απόδοση για

τα τοπικά συστήματα ροής (ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες ή ταχυθερμοσίφωνες) λαμβάνεται 100%, όπως του κτηρίου αναφοράς.

- Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., το οποίο καλύπτει τμήμα του απαιτούμενου θερμικού φορτίου Ζ.Ν.Χ., θεωρείται ότι το υπόλοιπο τμήμα του θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ. διαθέτει το ίδιο σύστημα με το κτήριο αναφοράς, εκτός από την κάλυψη 15% του θερμικού φορτίου μέσω ηλιακών συλλεκτών.

Το υπό μελέτη νέο ή το ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο έχει υποχρεωτική κάλυψη αναγκών για Ζ.Ν.Χ. από ηλιακά συστήματα κατά 60% και συγκρίνεται με το κτήριο αναφοράς που έχει αντίστοιχη κάλυψη 15%. Σε περίπτωση αδυναμίας εφαρμογής των ηλιακών συστημάτων, το νέο ή το ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο θα υστερεί σε σχέση με το κτήριο αναφοράς και θα πρέπει να μειώσει την συνολική πρωτογενή ενέργεια σε κάποια άλλη τελική χρήση (θέρμανση χώρων, ψύξη χώρων κ.ά.).

4.8.2. <u>Απόδοση μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης</u>

Για κάθε μονάδα (τοπική ή κεντρική) παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ) καθορίζεται η ονομαστική ισχύς και η θερμική απόδοση σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή. Η πραγματική όμως θερμική απόδοση λειτουργίας μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. διαφοροποιείται και εξαρτάται από την εποχή (ανάλογα με την κλιματική ζώνη), από τα απαιτούμενα φορτία Ζ.Ν.Χ., από τις διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου, από τη σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος κ.ά. Για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. απαιτείται να προσδιοριστεί ο μέσος βαθμός θερμικής απόδοσης της μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ.

Η θερμική ισχύς P_n, ενός τοπικού θερμαντήρα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., συνήθως υπολογίζεται για μέσο χρόνο απόδοσης της συνολικής ημερήσια θερμικής ενέργειας σε 5 ώρες, όπως δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_n = \frac{Q_d}{5} \qquad [4.10.]$$

Για μονάδες με λέβητα/ες και κεντρικό δίκτυο διανομής θερμού νερού για την τροφοδότηση τοπικών θερμαντήρων Ζ.Ν.Χ., στην πιο πάνω σχέση λαμβάνεται για τον υπολογισμό της ονομαστικής θερμικής ισχύος προσαύξηση 20% (για την επιτάχυνση ενάρξεως λειτουργίας, την κάλυψη των θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής κ.α.). Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για Ζ.Ν.Χ. δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \rho \cdot \Delta T \qquad [4.11.]$$

όπου:	V_d	[ℓ /ημέρα]	το ημερήσιο φορτίο,
	ρ	[kg/ ℓ]	η πυκνότητα του νερού, ρ = 1 kg/ ℓ,
	c	[kJ/(kg.K)]	η ειδική θερμότητα, c = 4,18 kJ/(kg.K)
	ΔΤ	[K] ή [°C]	θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού δικτύου (πίνακας 2.6.) και της θερμοκρασίας του Ζ.Ν.Χ. (45°C).

Η χωρητικότητα του θερμαντήρα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. V_{store}, δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$V_{store} = \frac{V_d}{5} \qquad [4.12.]$$

Στην περίπτωση θερμαντήρων αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ. η χωρητικότητα τους διαμορφώνεται ανάλογα με το σχεδιασμό και το είδος της εγκατάστασης. Για ηλιοθερμικές εγκαταστάσεις παραγωγής Ζ.Ν.Χ.

μια τυπική τιμή για την χωρητικότητα των θερμαντήρων κυμαίνεται περίπου στα 75 λίτρα για κάθε m^2 επιφάνειας ηλιακού συλλέκτη.

Η θερμική ισχύς P_n, μιας τοπικής ή κεντρικής μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. καθώς και η αντίστοιχη χωρητικότητα του θερμαντήρα αποθήκευσης V_{store}, μπορούν να υπολογιστούν ανάλογα τις ιδιαίτερες ανάγκες ενός κτηρίου χωρίς την εφαρμογή των πιο πάνω σχέσεων 4.10. και 4.12., αλλά σε κάθε περίπτωση τα μεγέθη αυτά είναι αλληλένδετα.

Εκτός από το μέσο βαθμό απόδοσης της μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. σημαντική είναι και η επίδραση των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου λειτουργίας της μονάδας. Εάν το κεντρικό σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. ελέγχεται από κεντρικό σύστημα διαχείρισης ενέργειας (BEMS), τότε εκτιμάται και ένας συντελεστής μείωσης της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ., όπως ορίζεται στην παράγραφο 5.2. αυτής της τεχνικής οδηγίας. Αντίστοιχα, το ίδιο γίνεται και για κάθε άλλη τοπική διάταξη αυτόματου ελέγχου των επί μέρους συστημάτων παραγωγής Ζ.Ν.Χ., όπου και καθορίζεται ο αντίστοιχος συντελεστής μείωσης κατανάλωσης ενέργειας.

4.8.2.1. Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα-καυστήρα για ζεστό νερό χρήσης

Ο μελετητής χρησιμοποιεί την ονομαστική ισχύ του λέβητα - καυστήρα που αναφέρεται στη σχετική μελέτη. Για τις υφιστάμενες μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ. λέβητα - καυστήρα ο πραγματικός βαθμός απόδοσης και η πραγματική θερμική ισχύς προσδιορίζονται κατά την ανάλυση καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την Κ.Υ.Α 189533/2011 και αναγράφονται στο φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης. Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη του για τους υπολογισμούς τον πραγματικό βαθμό απόδοσης του λέβητα από την ανάλυση καυσαερίων.

Το κτήριο αναφοράς για τους υπολογισμούς λαμβάνει την τιμή θερμικής απόδοσης ανάλογα τη θερμική ισχύ του από τον πίνακα 4.1.

4.8.2.2. Βαθμός απόδοσης μονάδων τηλεθέρμανσης

Για τις κεντρικές μονάδες τηλεθέρμανσης, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ., η απόδοσή τόσο του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, όσο και του κτηρίου αναφοράς λαμβάνεται ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση σημαντικής - εμφανούς κακοσυντήρησης (π.χ. ύπαρξη διαρροών) του εναλλάκτη θερμότητας, η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου από το σημείο παραγωγής (π.χ. μονάδα ηλεκτροπαραγωγής) μέχρι και τον εναλλάκτη δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς δεν αφορούν τις κτηριακές εγκαταστάσεις.

4.8.2.3. Βαθμός απόδοσης μονάδων από Συμπαραγωγή

Για τις μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού & θερμότητας, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. η θερμική απόδοσή των εναλλακτών θερμότητας τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση σημαντικών βλαβών ή διαρροών στον εναλλάκτη θερμότητας, η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%.

Οι απώλειες του δικτύου από το σημείο παραγωγής (π.χ. μονάδα Σ.Η.Θ.) μέχρι και τον εναλλάκτη δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς δεν αφορούν στις κτηριακές εγκαταστάσεις.

4.8.2.4. Βαθμός απόδοσης λοιπών μονάδων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Για τις τοπικές μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (μονάδες ροής), π.χ. επίτοιχος λέβητας αερίου, ο βαθμός απόδοσης λαμβάνεται ίσος με το βαθμό απόδοσης που δίνουν οι προδιαγραφές του κατασκευαστή και βάσει της πιστοποίησης του. Για τους τοπικούς λέβητες δεν λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές για υπερδιαστασιολόγηση. Τυπική τιμή συντελεστή απόδοσης για μονάδες με λειτουργία σε ατμοσφαιρική πίεση είναι η 0,85.

Για τις τοπικούς ηλεκτρικούς θερμαντήρες (θερμοσίφωνες) παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (μονάδες ροής ή αποθήκευσης), όπως είναι οι ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες ή ταχυθερμοσίφωνες, ο συντελεστής απόδοσης λαμβάνεται ίσος με την μονάδα (1).

Για τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ., κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνεται ως τελική θερμική απόδοση ο ονομαστικός συντελεστής επίδοσης COP, με τους περιορισμούς που αναφέρονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. από αντλίες θερμότητας (παράγραφο 4.8.1.).

4.8.2.5. Ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου ζεστού νερού χρήσης

Κάθε σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. καλύπτει μέρος ή το σύνολο του απαιτούμενου θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ.. Όταν το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για Ζ.Ν.Χ. καλύπτεται από περισσότερες της μιας μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ., το ποσοστό κάλυψης του φορτίου ανά μονάδα κατανέμεται βάσει της αποδιδόμενης θερμικής ισχύος της εκάστοτε μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. Στην περίπτωση συστημάτων τριπλής ενέργειας (π.χ. λέβητας-καυστήρας, ηλεκτρική αντίσταση και ηλιακοί συλλέκτες), για την παραγωγή θερμικής ενέργειας για ΖΝΧ, όπου η χρήση των συστημάτων διαφοροποιείται ανά χρονική περίοδο (χειμώνας, καλοκαίρι), ο καθορισμός του ποσοστού κάλυψης θερμικού φορτίου διαφοροποιείται για κάθε μήνα, ανάλογα με την εποχική χρήση του κάθε συστήματος και την αποδιδόμενη θερμική ισχύ τους.

4.8.3. Σύστημα διανομής θερμότητας ζεστού νερού χρήσης

Οι θερμικές απώλειες του συστήματος διανομής Ζ.Ν.Χ. σε ένα κεντρικό σύστημα διανομής Ζ.Ν.Χ. καθορίζονται ανάλογα με τις εξής παραμέτρους:

- Με το μήκος του δικτύου διανομής, το οποίο εξαρτάται από τις διαστάσεις του κτηρίου και τον αριθμό των σημείων κατανάλωσης.
- Με το μήκος του δικτύου ανακυκλοφορία Ζ.Ν.Χ. (αν υπάρχει),
- Με τη θερμική ισχύ που μεταφέρει. Η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. διαφοροποιείται ανάλογα τη χρήση του κτηρίου, όπως ορίζεται στον πίνακα 2.5.
- Με την ποιότητα μόνωσης του δικτύου. Στους πίνακες 4.8., 4.9. και 4.10. δίνονται οι συντελεστές γραμμικής θερμικής μετάδοσης [W/(m.K)], ανάλογα με τη διατομή των σωλήνων και το πάχος της μόνωσης.
- Με τους χώρους διέλευσης του δικτύου (εσωτερικούς ή εξωτερικούς κ.τ.λ.).

Σε εγκαταστάσεις μεγάλων απαιτήσεων σε Ζ.Ν.Χ. όπως σε κτήρια ξενοδοχείων, νοσοκομείων αλλά και συγκροτημάτων κατοικιών, η παραγωγή Ζ.Ν.Χ. γίνεται κεντρικά και η διανομή μέσω κεντρικών δικτύων διανομή απλής διαδρομής ή συνηθέστερα με επανακυκλοφορία. Τα δίκτυα διανομής διανύουν συχνά μεγάλες αποστάσεις από τη μονάδα παραγωγής μέχρι και τα σημεία τελικής κατανάλωσης και διέρχονται μέσω εσωτερικών ή/και εξωτερικών χώρων του κτηρίου. Το μήκος των δικτύων διανομής μπορεί να εκτιμηθεί με μια απλοποιημένη μέθοδο σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ

EN 15316.3.2:2008. Όπως και στα δίκτυα διανομής θέρμανσης / ψύξης, έτσι και τα δίκτυα Ζ.Ν.Χ. διαχωρίζονται σε τρία τμήματα:

- Τμήμα V, το οποίο περιλαμβάνει το οριζόντιο μήκος σωλήνων L_V [m], από το σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. προς τα κατακόρυφα τμήματα του δικτύου.
- Τμήμα S, το οποίο περιλαμβάνει το μήκος των κατακόρυφων σωλήνων L_S [m], που συνήθως διέρχονται μέσα από φρεάτια ή άλλους εσωτερικούς χώρους καθ' ύψος του κτηρίου και σπάνια από εξωτερικούς χώρους με την κατάλληλη μόνωση.
- Τμήμα SL, το οποίο περιλαμβάνει το μήκος των οριζόντιων σωλήνων L_{SL} [m], που ενώνουν τις κατακόρυφες στήλες με τα τελικά σημεία κατανάλωσης στους επί μέρους χώρους ή διαμερίσματα.

Προκειμένου να απλοποιηθούν οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου εκτιμήθηκε το ποσοστό απωλειών των δικτύων διανομής Ζ.Ν.Χ. Λαμβάνοντας υπόψη τα όσα αναφέρθηκαν στην παράγραφο 4.3., για τα δίκτυα διανομής, τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης δικτύων (πίνακας 4.7.) και τις προδιαγραφές του δικτύου διανομής του κτηρίου αναφοράς, καθορίζονται τα ποσοστά απωλειών του δικτύου διανομής Ζ.Ν.Χ. σε περίπτωση κεντρικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (πίνακας 4.16.) ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου (ποιότητα μόνωσης). Οι τιμές του πίνακα λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και για δίκτυα που διέρχονται μέσα από εσωτερικούς χώρους των κτηρίων. Σε περίπτωση διέλευσης ενός τμήματος, μεγαλύτερου του 20% των δικτύων διανομής Ζ.Ν.Χ. από εξωτερικούς χώρους, οι τιμές απωλειών του πίνακα επαυξάνονται κατά 20%.

Πίνακας 4.16. *Ποσοστό απωλειών (%) κεντρικού δικτύου διανομής για ζεστό νερό χρήσης (50^oC)*

	Χωρίς ανακυκλοφορία			**Με ανακυκλοφορία**		
Ημερήσια ζήτηση Ζ.Ν.Χ. [σε ℓ]	**Μόνωση* κτηρίου αναφοράς**	**Ανεπαρκής μόνωση**	**Χωρίς μόνωση**	**Μόνωση κτηρίου αναφοράς**	**Ανεπαρκής μόνωση**	**Χωρίς μόνωση**
50 - 200	8,0	16,0	28,0	12,8	25,6	44,8
200 - 1000	7,7	15,4	27,0	12,4	24,8	43,4
1000 - 4000	7,5	15,0	26,3	12,1	24,2	42,4
4000 - 7000	7,3	14,6	25,6	11,8	23,6	41,3
>7000	7,0	14,0	25,4	11,5	23,0	40,3

* Για μόνωση δικτύου διανομής σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.

Σε περίπτωση τοπικών μονάδων παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (π.χ. σε κτήρια κατοικιών), όπου το δίκτυο διανομής είναι μικρό, οι απώλειες δικτύου λαμβάνονται μηδενικές.

Σε περίπτωση θερμικής ζώνης με περισσότερους του ενός κλάδους διανομής Ζ.Ν.Χ. και με διαφορετικές θερμικές αποδόσεις των κλάδων, για τους υπολογισμούς λαμβάνεται υπόψη η χαμηλότερη θερμική απόδοση μεταξύ των δύο κλάδων.

Σε περίπτωση μη ύπαρξης συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ. θεωρείται ότι το κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. όπως το κτήριο αναφοράς, με διέλευση από εσωτερικούς χώρους και χωρίς ανακυκλοφορία. Στις χρήσεις κτηρίων κατά τις οποίες το κτήριο αναφοράς διαθέτει κεντρικό σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., τότε και το εξεταζόμενο κτήριο θα διαθέτει κεντρικό σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. και με απώλειες δικτύου διανομής, ανάλογα με την ημερήσια ζήτηση Ζ.Ν.Χ. (πίνακας 4.16).

4.8.4. Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας για ζεστό νερό χρήσης

Τερματικές μονάδες απόδοσης (εναλλάκτες) θερμότητας για το Ζ.Ν.Χ., είναι οι κεντρικές ή/και τοπικές δεξαμενές αποθήκευσης, δηλαδή οι θερμαντήρες (boiler), οι οποίοι διαθέτουν είτε ηλεκτρική αντίσταση (ηλεκτρικός θερμοσίφωνας) είτε εναλλάκτη θερμότητας (σερπαντίνα).

Στους υπολογισμούς της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας, λαμβάνονται υπόψη και οι θερμικές απώλειες των θερμαντήρων που σχετίζονται με:

- την απόδοση του στοιχείου συναλλαγής θερμότητας (ηλεκτρική αντίσταση ή/και εναλλάκτης θερμότητας - σερπαντίνα) των θερμαντήρων,
- τις πλευρικές θερμικές απώλειες από το μεταλλικό μονωμένο τοίχωμα των θερμαντήρων.

Οι θερμικές απώλειες λόγω του εναλλάκτη θερμότητας τοπικών ή κεντρικών θερμαντήρων (boiler) λαμβάνονται κατά μέσο όρο 5% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ., ενώ για ηλεκτρικούς θερμαντήρες (θερμοσίφωνες) λαμβάνονται μηδενικές. Οι πλευρικές θερμικές απώλειες των θερμαντήρων είναι 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. για τοποθέτηση σε εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο και αντίστοιχα 7% θερμικές απώλειες για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο. Ο συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών των θερμαντήρων είναι το άθροισμα των δύο επί μέρους συντελεστών θερμικών απωλειών. Τα πιο πάνω ποσοστά ισχύουν για το σύνολο των θερμαντήρων ενός συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ. ανεξαρτήτου αριθμού.

Για το κτήριο αναφοράς ο συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών από τους τοπικούς θερμαντήρες ηλεκτρικούς ή αερίου (ροής ή αποθήκευσης) λαμβάνεται 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. και αντίστοιχα 7% για κεντρικές μονάδες με εναλλάκτη θερμότητας (σερπαντίνα).

4.8.5. Βοηθητικά συστήματα εγκατάστασης ζεστού νερού χρήσης

Κάθε κεντρική εγκατάσταση παραγωγής ζεστού νερού χρήσης διαθέτει βοηθητικά συστήματα για τον έλεγχο λειτουργίας, την κυκλοφορία και διανομή του ζεστού νερού χρήσης στα σημεία τελικής κατανάλωσης. Στα βοηθητικά συστήματα συμπεριλαμβάνονται αντλίες, κυκλοφορητές, ηλεκτροβάνες, διατάξεις αυτομάτου ελέγχου κ.ά.

Κατά τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης για τα βοηθητικά συστήματα χρησιμοποιούνται, ως παράμετροι, η συνολική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς (kW) των βοηθητικών συστημάτων (παραγωγής, διανομής ή ανακυκλοφορίας Ζ.Ν.Χ., διατάξεων αυτομάτου ελέγχου κ.ά.), καθώς και ο χρόνος λειτουργίας τους. Αν το ίδιο βοηθητικό σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για Ζ.Ν.Χ. σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα με το ποσοστό κάλυψης που παρέχει σε κάθε θερμική ζώνη.

Οι τοπικές μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (π.χ. τοπικός θερμαντήρας) δεν διαθέτουν κανένα βοηθητικό σύστημα διανομής ή ανακυκλοφορίας Ζ.Ν.Χ., οπότε δεν καταναλώνουν και επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια. Σ' αυτή την περίπτωση, η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων είναι μηδενική.

Στην περίπτωση που τα ηλιακά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., θερμοσιφωνικά ή με κεντρικό θερμαντήρα αποθήκευσης, διπλής ή τριπλής ενέργειας, με ανακυκλοφορία ή μη, διαθέτουν βοηθητικά συστήματα για τον έλεγχο λειτουργίας τους ή τη διανομή του Ζ.Ν.Χ., τότε, η ηλεκτρική ισχύς (kW) των συστημάτων αυτών συμπεριλαμβάνεται επίσης στα βοηθητικά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. και λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό της ενεργειακή απόδοσης του κτηρίου.

Στις περιπτώσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών με περιορισμένη κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. (μικρότερη ή ίση με 10 ℓ/άτομο/ημέρα), θεωρείται ότι δεν γίνεται χρήση βοηθητικών συστημάτων, οπότε η ισχύς λαμβάνεται μηδενική.

Ο χρόνος λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων στις κεντρικές εγκαταστάσεις παραγωγής Ζ.Ν.Χ. εκτιμάται στη βάση του τυπικού ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης και ανάλογα την περίοδο και την κλιματική ζώνη. Οι τυπικές τιμές που λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 4.17.

Πίνακας 4.17. *Ποσοστό χρόνου λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων Ζ.Ν.Χ. σε κάθε κλιματική ζώνη.*

Κτήρια	**Ποσοστό χρόνου λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων Ζ.Ν.Χ. επί του τυπικού ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου, ανά περίοδο και κλιματική ζώνη**			
	Οκτώβριος έως Απρίλιο		**Μάιο έως Σεπτέμβριο**	
	Ζώνες Α & Β	**Ζώνες Γ & Δ**	**Ζώνες Α & Β**	**Ζώνες Γ & Δ**
Κεντρικά συστήματα Ζ.Ν.Χ. χωρίς ανακυκλοφορία				
Οικιακού τομέα	5%	10%	3%	5%
Τριτογενή τομέα	10%	15%	7%	10%
Κεντρικά συστήματα Ζ.Ν.Χ. με ανακυκλοφορία				
Οικιακού τομέα	7%	12%	3%	6%
Τριτογενή τομέα	12%	17%	8%	12%

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή το προς επιθεώρηση κτήριο δεν διαθέτει σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. για τους υπολογισμούς θεωρείται σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. ότι διαθέτει. Σ' αυτήν την περίπτωση, για κεντρικές εγκαταστάσεις παραγωγής Ζ.Ν.Χ. και μόνο για τις χρήσεις κτηρίων με μεγάλες καταναλώσεις, η εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων Ζ.Ν.Χ λαμβάνεται κατά σύμβαση μηδενική για τα κτήρια κατοικιών και 0,1 W/m^2 για τα κτήρια του τριτογενούς τομέα. Αντίστοιχα, για μικρές καταναλώσεις Ζ.Ν.Χ. (μικρότερη ή ίση με 10 ℓ/άτομο/ημέρα), η εγκατεστημένη ισχύς των βοηθητικών συστημάτων σε όλες τις περιπτώσεις κτηρίων λαμβάνεται μηδενική.

Ο χρόνος λειτουργίας και η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων στις εγκαταστάσεις παραγωγής Ζ.Ν.Χ. για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ίδιος με του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου.

5. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ, ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ, ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

Σ' αυτήν την ενότητα καθορίζονται όλες οι παράμετροι των ηλεκτρολογικών και ηλεκτρονικών εγκαταστάσεων, όπως οι εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.), συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας (Σ.Η.Θ.), κεντρικών διατάξεων αυτοματισμών (BEMS) κ.ά. Αυτές οι παράμετροι υπολογίζονται και χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα.

5.1. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα φωτισμού συνυπολογίζεται βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. μόνο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων του τριτογενούς τομέα. Για τα κτήρια κατοικίας τα φορτία για το φωτισμό δεν συνυπολογίζονται στην τελική ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, αλλά λαμβάνονται υπόψη ως εσωτερικά κέρδη στον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κτηρίου, όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 2.6.

5.1.1. Ελάχιστες απαιτήσεις φωτισμού - κτήριο αναφοράς

Ο φωτισμός δεν εξετάζεται στα κτήρια κατοικίας. Για τα συστήματα φωτισμού στα κτήρια του τριτογενούς τομέα καθορίζεται ότι στο υπό μελέτη κτήριο, καθώς και στο κτήριο αναφοράς η φωτεινή δραστικότητα (απόδοση) είναι κατ' ελάχιστον 55 lm/W. Στον πίνακα 2.4 δίνονται και οι τιμές εγκατεστημένης ισχύος ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας (W/m^2) για το κτήριο αναφοράς, που καθορίστηκαν με βάση τις προτεινόμενες τιμές ανά χρήση χώρων όπως δίνονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15193:2007.

Για επιφάνεια κτηρίου ή θερμικής ζώνης μεγαλύτερη από 15 m^2 ο τεχνητός φωτισμός του πρέπει να είναι κατανεμημένος σε περισσότερα του ενός κυκλώματα και να ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Σε χώρους όπου δεν υπάρχει συνεχής παρουσία ατόμων, όπως σε τουαλέτες, δευτερεύοντες διαδρόμους, βοηθητικούς χώρους αλλά ακόμη και σε ατομικά γραφεία συνιστάται η χρήση αισθητήρων ανίχνευσης παρουσίας για τον έλεγχο του φωτισμού.

Στους χώρους με φυσικό φωτισμό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο διαχωρισμός των ζωνών που καλύπτονται από φυσικό φωτισμό και να εξασφαλίζεται η δυνατότητα ελέγχου/σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών, μέσω αισθητήρων φωτισμού ή η δυνατότητα συνεχούς ρύθμισης της φωτεινότητας των λαμπτήρων μέσω κατάλληλου συστήματος ελέγχου του φωτισμού.

Σε ειδικές περιπτώσεις χώρων μεγάλης επιφάνειας (>15 m^2) αλλά ενιαίας και μη σταθερής λειτουργίας (π.χ. εμπορικές αγορές με ακανόνιστη πυκνότητα πληθυσμού σε συνάρτηση με το χρόνο), η προαναφερόμενη απαίτηση (ανεξάρτητου ελέγχου ανά 15 m^2) δεν ισχύει. Πρέπει όμως να εφαρμόζεται σε χώρους στους οποίους επί αδιάλειπτο και συνεχές χρονικό διάστημα μπορεί ο χώρος να λειτουργεί τμηματικά (π.χ. χώρος εκπαίδευσης, σεμιναρίων κ.τ.λ.).

Στους μη θερμαινόμενους χώρους, όπως αυτοί ορίζονται στην παράγραφο 2.2., δεν λαμβάνεται υπόψη η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό. Όλες οι παραπάνω ελάχιστες απαιτήσεις για το νέο και υπό ριζική ανακαίνιση κτήριο εφαρμόζονται και στο κτήριο αναφοράς.

Το κτήριο αναφοράς του τριτογενούς τομέα διαθέτει φωτισμό ασφαλείας σε όλους τους χώρους. Επίσης το κτήριο αναφοράς, για τα κτήρια υγείας και κοινωνικής πρόνοιας καθώς και τα κτήρια προσωρινής διαμονής, διαθέτει σύστημα εφεδρείας για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού.

5.1.2. Φωτιστική απόδοση λαμπτήρων

Κάθε φωτιστικό σώμα έχει συγκεκριμένη φωτεινή δραστικότητα, ανάλογα με τον τύπο του λαμπτήρα, τις ανακλαστικές διατάξεις που διαθέτει κ.τ.λ. Στον πίνακα 5.1. δίνονται τυπικές τιμές φωτεινής δραστικότητας διαφόρων τύπων λαμπτήρων. Επισημαίνεται ότι η φωτεινή δραστικότητα των λαμπτήρων εξαρτάται και από την ισχύ τους.

Πίνακας 5.1. *Τυπικές τιμές (όχι μέγιστες) φωτεινής δραστικότητας (απόδοσης) λαμπτήρων.*

Τύπος λαμπτήρα	Φωτεινή δραστικότητα [lm/W]
Πυράκτωσης	10 - 18
Αλογόνου	15 - 25
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	50 - 70
Γραμμικός φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	60 - 100
Αλογονιδίων μετάλλων (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	65 - 110
Φωτοδίοδοι (LED) (συμπεριλαμβανομένου του οδηγού (driver))	30 - 60

5.1.3. Παράμετροι φωτισμού

Για το σύστημα φωτισμού, για κάθε ζώνη αλλά και στο σύνολο του κτηρίου καταγράφονται οι εξής παράμετροι:

- Η εγκατεστημένη ισχύς των λαμπτήρων και των φωτιστικών του χώρου (kW).
- Η φωτεινή δραστικότητα [lm/W] των λαμπτήρων, ανά τύπο λαμπτήρα, όπως αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- Τα σύστημα ελέγχου λειτουργίας φωτισμού, όπως αισθητήρες στάθμης φωτισμού [lx], αισθητήρες παρουσίας, χρονοδιακόπτες (ανάλογα με το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου), σκίαση κ.ά.
- Το ποσοστό του χώρου που λαμβάνεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού. Εκτιμάται το ποσοστό του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης για το οποίο οι απαιτήσεις φωτισμού μπορούν να καλυφθούν με φυσικό φως από τα διαθέσιμα ανοίγματα.
- Η δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο. Ανάλογα με τις ώρες λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης εκτιμώνται οι ώρες που υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμό T_D, όπως ορίζεται στον πίνακα 5.2.
- Η απαίτηση για τεχνητό φωτισμό σε ένα χώρο. Ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και τις ώρες λειτουργίας του κτηρίου ή μιας ζώνης εκτιμώνται οι ώρες T_N που **δεν** υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμό και είναι απαραίτητη η χρήση τεχνητού φωτισμού του χώρου, όπως ορίζεται στον πίνακα 5.2.

5.1.3.1. Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για φωτισμό [W] σε μια **θερμική ζώνη** υπολογίζεται από τον τύπο των συστημάτων φωτισμού που είναι εγκατεστημένα και την καταγραφή του αριθμού φωτιστικών, των λαμπτήρων και των στραγγαλιστικών πηνίων.

Για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, τα επίπεδα φωτισμού ανά χρήση κτηρίου ή/και θερμικών ζωνών καθορίζονται στον πίνακα 2.4., που δίνεται στην παράγραφο 2.4.4. αυτής της τεχνικής οδηγίας. Αυτές οι τιμές ισχύουν για το κτήριο αναφοράς. Ο αριθμός και η ισχύς των φωτιστικών σωμάτων που θα εγκατασταθούν σε ένα χώρο καθορίζονται από τον τύπο και τη φωτεινή δραστικότητα (απόδοση) των λαμπτήρων [lm/W], τον τύπο φωτιστικών και την ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη φωτισμού [lx] που πρέπει να εξασφαλισθούν στον εκάστοτε χώρο.

Σε περίπτωση που το υπό επιθεώρηση κτήριο διαθέτει φωτιστικά και λαμπτήρες που αποδίδουν χαμηλότερη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού από τα καθορισμένα στον πίνακα 2.4., τότε για τους υπολογισμούς, ως εγκατεστημένη ισχύς γενικού φωτισμού λαμβάνεται η υπολογιζόμενη ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών της ίδιας τεχνολογίας με τη χρησιμοποιούμενη στο εξεταζόμενο κτήριο, που πληροί την ελάχιστη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού. Η ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς (W/m^2) γενικού φωτισμού υπολογίζεται ανάλογα με τον τύπο λαμπτήρων που καταγράφονται στο υπό επιθεώρηση κτήριο, την ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη φωτισμού (lx) ανάλογα με τη χρήση του χώρου (πίνακας 2.4.) και τις τυπικές τιμές του συντελεστή μετατροπής (πυκνότητα ισχύος ανά 100lx), για διάφορες τεχνολογίες λαμπτήρων που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτήρια και δίνεται στον πίνακα 5.1α. Οι τυπικές τιμές του συντελεστή μετατροπής (πυκνότητα ισχύος ανά 100lx) που αναφέρονται στον πίνακα 5.1α. δύναται να χρησιμοποιηθούν και αντίστροφα προκειμένου για τον έλεγχο της ελάχιστης απαιτούμενης στάθμης φωτισμού σε έναν χώρο ανάλογα την τεχνολογία λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται.

Πίνακας 5.1α. *Τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux, για επιθεώρηση κτηρίων.*

Φωτιστικά με λαμπτήρες	**Πυκνότητα ισχύος ανά 100 lx [W/m^2/100lx]**
Πυράκτωσης	27,0
Αλογόνου	16,6
Υδραργύρου	7,0
Υψηλής πίεσης νατρίου	4,2
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	4,5
Γραμμικός φθορισμού T8 (halophospate συμπεριλαμβανομένου του μαγνητικού στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	4,2
Γραμμικός φθορισμού T8 (triphosphor συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,4
Γραμμικός φθορισμού T5 (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	3,2
Αλογονιδίων μετάλλων (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	5,2

Στην περίπτωση που το προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα κτηρίου του τριτογενούς τομέα δεν διαθέτει συστήματα φωτισμού, τότε για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, ως εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς φωτισμού λαμβάνεται η τιμή που δίνεται στο πίνακα 2.4. για κάθε χρήση κτηρίου ή θερμικής ζώνης.

5.1.3.2. Περιοχές (ζώνες) φυσικού φωτισμού

Η χρήση φυσικού φωτισμού εξαρτάται από τον προσανατολισμό του κτηρίου, τον ηλιασμό του, τα πλευρικά ανοίγματα των χώρων του (σχήμα 5.1.), τα ανοίγματα της οροφής (σχήμα 5.2.), τις ώρες λειτουργίας, τη χρήση και τις διαστάσεις των χώρων του (βάθος, μήκος, πλάτος, ύψος) κ.ά. Σε πολλές εγκαταστάσεις φωτισμού, υπάρχει τεχνολογία ελέγχου και αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού μέσω διατάξεων αυτομάτου ελέγχου, όπως αισθητήρων παρουσίας, αισθητήρων στάθμης φωτισμού, αυτόματο σύστημα αφής / σβέσης κ.ά.

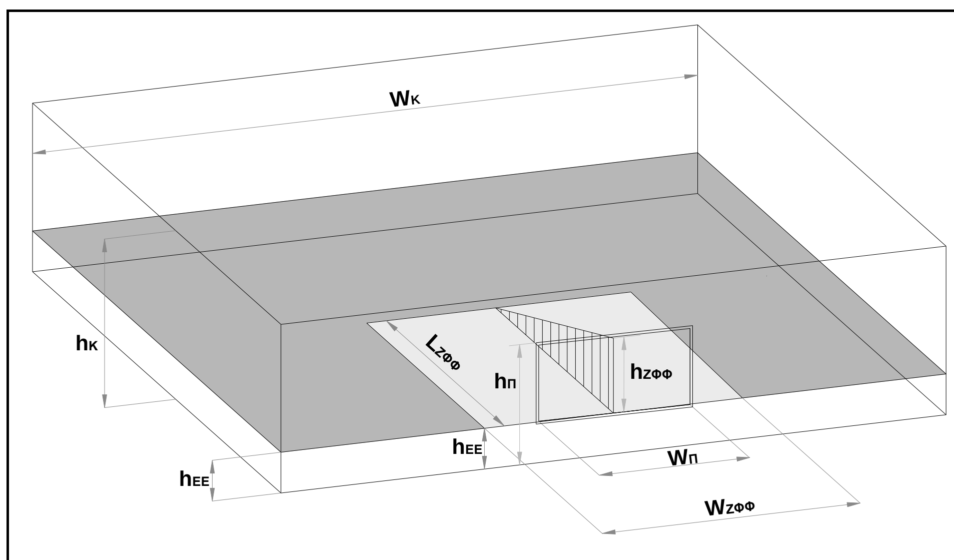
Εάν σε ένα χώρο υπάρχει πλευρικό άνοιγμα (σχήμα 5.1.), το οποίο έχει πλάτος $W_{π}$ και ύψος πρεκιού $h_{π}$, τότε η ζώνη φυσικού φωτισμού που σχηματίζεται καλύπτει μέρος του χώρου επάνω από την επιφάνεια εργασίας (με ύψος h_{EE}) και έχει βάθος $L_{ΖΦΦ}$, που εξαρτάται από το ύψος της δέσμης φυσικού φωτισμού $h_{ΖΦΦ}$ (ύψος μεταξύ πρεκιού και επιφάνεια εργασίας) και υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$L_{ΖΦΦ} = 2{,}5 \cdot h_{ΖΦΦ} \qquad [5.1.]$$

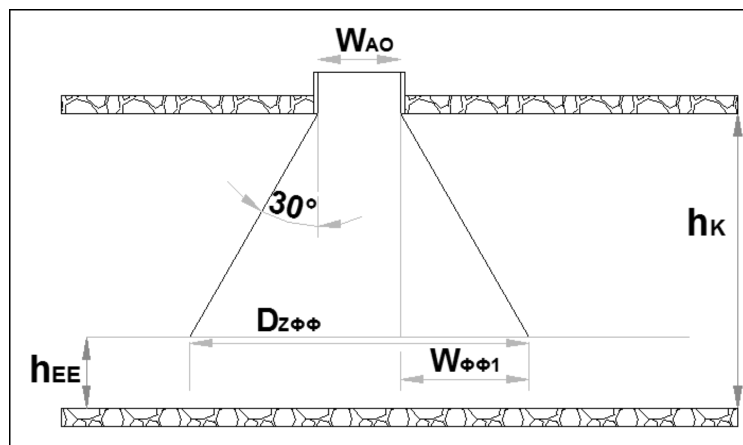
$$h_{ΖΦΦ} = h_{Π} - h_{EE} \qquad [5.2.]$$

Αντίστοιχα, το πλάτος της ζώνης φυσικού φωτισμού $W_{Π}$ (σχήμα 5.1.) υπολογίζεται ως το άθροισμα του πλάτους του παραθύρου $W_{Π}$ και το μισό του βάθους της ζώνης φυσικού φωτισμού $L_{ΖΦΦ}$, όπως περιγράφεται στην ακόλουθη σχέση:

$$W_{ΖΦΦ} = W_{Π} + 0{,}5 \cdot L_{ΖΦΦ} \qquad [5.3.]$$



Σχήμα 5.1. *Ζώνη φυσικού φωτισμού από πλευρικά ανοίγματα χώρων.*



Σχήμα 5.2. *Ζώνη φυσικού φωτισμού από ανοίγματα οροφής.*

Η περιοχή φυσικού φωτισμού από τα ανοίγματα οροφής υπολογίζεται ανάλογα το πλάτος του ανοίγματος W_{AO}, το ύψος του χώρου h_K και το ύψος της επιφάνειας εργασίας h_{EE}. Η περιοχή που μπορεί να καλυφθεί με φυσικό φωτισμό από ένα άνοιγμα οροφής ορίζεται περιμετρικά με την ευθεία που ξεκινάει από το άνοιγμα οροφής και προσπίπτει επάνω στην επιφάνεια εργασίας (με ύψος h_{EE}) με κλίση 30°. Για ένα κυκλικό άνοιγμα, η περιοχή στο επίπεδο επιφάνειας εργασίας που καλύπτει το άνοιγμα οροφής θα αντιστοιχεί σε μια κυκλική περιοχή με διάμετρο $D_{ΖΦΦ}$ όπως υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D_{ΖΦΦ} = W_{AO} + 2 \cdot (h_K - h_{EE}) \cdot εφ(30^o) \quad [5.4.]$$

Στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης ή στην ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται το ποσοστό του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που καλύπτεται με φυσικό φωτισμό. Για ευκολία του μελετητή και του επιθεωρητή, λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω σχέσεις και την γεωμετρία των σχημάτων 5.1. και 5.2., ορίζεται ως περιοχή φυσικού φωτισμού:

- **από κατακόρυφα πλευρικά ανοίγματα** η περιοχή προς το εσωτερικό του χώρου σε απόσταση (βάθος) $L_{ΖΦΦ}$ = 4 m από τα πλευρικά ανοίγματα (διαφανείς επιφάνειες) ενός τοίχου και με πλάτος ίσο με το πλάτος του ανοίγματος αυξημένο κατά δύο μέτρα ($W_π$ + 2 m) και
- **από οριζόντια ανοίγματα οροφής** η περιοχή που βρίσκεται κάτω από το άνοιγμα οροφής και εκτίνεται 1,5 m πέρα από τα όρια της προβολής του ανοίγματος επί της επιφάνειας εργασίας.

Ωστόσο διευκρινίζεται ότι, για να αξιολογηθεί η πραγματική χρήση φυσικού φωτισμού στις ζώνες φυσικού φωτισμού, θα πρέπει οι ζώνες να εξοπλίζονται και από τα ανάλογα συστήματα διαχείρισης φυσικού φωτισμού (αισθητήρες φυσικού φωτισμού, σύστημα αυτόματης αφής / σβέσης φωτιστικών ανά ζώνη φυσικού φωτισμού κ.ά.). Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15193:2008, για να θεωρηθεί αξιολογήσιμη οποιαδήποτε διάταξη αυτομάτου ελέγχου των συστημάτων φωτισμού, θα πρέπει να ελέγχεται τουλάχιστον το 60% της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού. Σε διαφορετική περίπτωση αγνοείται η ύπαρξή της και δεν αξιολογείται.

5.1.3.3. <u>Περίοδος αξιοποίησης φυσικού φωτισμού</u>

Για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό, χρησιμοποιούνται ο μέγιστος αριθμός ωρών λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης όταν υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμός T_D [h], (π.χ. ώρες λειτουργίας κατά τη διάρκεια της ημέρας) και ο αριθμός ωρών λειτουργίας τους όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμός T_N [h] (π.χ. νυκτερινές ώρες). Ουσιαστικά, οι

τιμές αυτές καθορίζουν την απαίτηση για γενικό φωτισμό ενός κτηρίου ή θερμική ζώνη, κατά τις διάρκεια της ημέρας ή/και της νύχτας. Αυτές οι ώρες (πίνακας 5.2.) αντιπροσωπεύουν τον τυπικό αριθμό ωρών λειτουργίας για το σύνολο των ελληνικών περιοχών για όλες τις χρήσεις κτηρίων, όπως καθορίζονται στην παράγραφο 2.3. και με βάση το ωράριο λειτουργίας, τις μέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα και τους μήνες λειτουργίας ανά έτος. Στα κτήρια με 24ώρη λειτουργία (νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.τ.λ.) έχει ληφθεί υπόψη και η διακοπή ή/και ο περιορισμός λειτουργίας του γενικού φωτισμού κατά τις βραδινές ώρες, για όσους χώρους (π.χ. γραφεία) δεν χρησιμοποιούνται τις ώρες αυτές και για τους χώρους υπνοδωματίων.

Στον πίνακα 5.2. δίνονται και οι συνολικές ώρες λειτουργίας των κτηρίων ή των θερμικών ζωνών ανάλογα με τη χρήση, οι οποίες λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου τόσο για το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο, όσο και για το κτήριο αναφοράς.

Πίνακας 5.2. *Τυπικές τιμές του αριθμού ωρών λειτουργίας ενός κτηρίου κατά τη διάρκεια ύπαρξης διαθέσιμου φυσικού φωτισμού (T_D) και κατά την διάρκεια μη ύπαρξης φυσικού φωτισμού (T_N), για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό ανά κατηγορία κτηρίου.*

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	**Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών**	**Ώρες λειτουργίας ημέρας (T_D)**	**Ώρες λειτουργίας νύκτας (T_N)**	**Σύνολο ωρών ($T_T = T_N+T_D$)**
		[h]	**[h]**	**[h]**
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	2912	2912	5824
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3276	3713	6989
	θερινής λειτουργίας	2123	1953	4077
	χειμερινής λειτουργίας	1941	2718	4659
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3276	3713	6989
	θερινής λειτουργίας	2123	1953	4077
	χειμερινής λειτουργίας	1941	2718	4659
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	3276	3713	6989
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	1456	2912	4368
	Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	T_D ανά χρήση	T_N ανά χρήση	T_T ανά χρήση
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	1820	2548	4368
	Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	2912	2548	5460
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	0	1248	1248
	Θέατρο, κινηματογράφος	0	2548	2548
	Χώρος συναυλιών	0	2184	2184
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	1820	364	2184
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	1300	260	1560
	Τράπεζα	1300	780	2080
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	1248	936	2184
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	2912	2184	5096

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας ημέρας (T_D)	Ώρες λειτουργίας νύκτας (T_N)	Σύνολο ωρών ($T_T = T_N + T_D$)
		[h]	[h]	[h]
	Διάδρομοι και άλλοι βοηθητικοί κοινόχρηστοι χώροι	T_D ανά χρήση	T_N ανά χρήση	T_T ανά χρήση
	Λουτρό (κοινόχρηστο)	T_D ανά χρήση	T_N ανά χρήση	T_T ανά χρήση
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	1387	0	1387
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	1560	0	1560
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	1950	867	2817
	Φροντιστήριο, ωδείο	780	585	1365
Υγείας και κοινωνικής πρόνοια	Νοσοκομείο, κλινική	3276	4295	7571
	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	2912	3276	6188
	Χειρουργείο (τακτικό)	0	2080	2080
	Εξωτερικών ιατρείων	1560	520	2080
	Αίθουσες αναμονής	1560	520	2080
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	2340	780	3120
	Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	3276	4295	7571
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	1430	477	1907
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	3276	3713	6989
	Αστυνομική διεύθυνση	3276	2548	5824
Εμπορίου	Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	2496	1248	3744
	Κατάστημα, φαρμακείο	1560	1248	2808
	Ινστιτούτο γυμναστικής	2496	1248	3744
	Κουρείο, κομμωτήριο	2496	1248	3744
Γραφείων	Γραφείο	2080	520	2600
	Βιβλιοθήκη	1040	520	1560

5.1.3.4. Συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού (F_D)

Ο συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού (F_D) είναι ο συντελεστής μείωσης της αρχικά υπολογιζόμενης κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό, λόγω της χρήσης διατάξεων αυτομάτου ελέγχου που παρέχουν τη δυνατότητα αξιοποίησης φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο ή θερμική ζώνη. Ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), όταν δεν εφαρμόζεται καμία διάταξη αυτομάτου ελέγχου του συστήματος φωτισμού και μικρότερος από τη μονάδα, όταν εφαρμόζονται διατάξεις αυτομάτου ελέγχου φωτισμού. Στον πίνακα 5.3., καθορίζονται τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15193:2008, οι οποίες θα λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό. Για να ισχύουν οι τιμές του πίνακα θα

πρέπει τουλάχιστον το 60% της ισχύος φωτισμού του χώρου να ελέγχεται από την αντίστοιχη διάταξη αυτοματισμού.

Πίνακας 5.3. *Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού λόγω χρήσης αυτοματισμών ελέγχου*

Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού	F_D
Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού, για όλες τις χρήσεις κτηρίων	1,0
Αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για όλες τις χρήσεις κτηρίων εκτός εκπαίδευσης και περίθαλψης	0,9
Αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για κτήρια εκπαίδευσης και περίθαλψης	0,8

Ο συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού ισχύει μόνο για το ποσοστό της επιφάνειας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που θεωρείται περιοχή φυσικού φωτισμού. Για το ποσοστό της επιφάνειας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που δεν χαρακτηρίζεται περιοχή φυσικού φωτισμού ο συντελεστής παραμένει ίσος με τη μονάδα.

Το κτήριο αναφοράς έχει συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού ίσο με τη μονάδα (1), εφόσον δεν διαθέτει καμία διάταξη αυτομάτου ελέγχου για το φωτισμό.

5.1.3.5. Συντελεστής επίδρασης χρηστών (F_O)

Ο συντελεστής επίδρασης χρηστών (F_o) είναι ο συντελεστής μείωσης της αρχικά υπολογιζόμενης κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό λόγω της χρήσης διατάξεων αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης ή παρουσίας (ανάλογα με τη χρήση του χώρου). Ο συντελεστής λαμβάνει τιμή ίση με τη μονάδα (1), όταν δεν εφαρμόζεται καμία μείωση της χρήσης φωτισμού κατά την απουσία των χρηστών, και μηδενική τιμή (0), όταν εφαρμόζεται πλήρης μείωση της χρήσης φωτισμού κατά την απουσία των χρηστών.

Πίνακας 5.4. *Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών*

Συστήματα χωρίς αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας	F_O
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής / σβέσης)	1,00
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) και πρόσθετη αυτόματη ένδειξη για συνολική σβέση	0,95
Συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας	F_O
Αυτόματη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	0,95
Αυτόματη έναυση και σβέση	0,90
Χειροκίνητη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	0,90
Χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση	0,80

Στον πίνακα 5.4., καθορίζονται οι τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης χρηστών σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15193:2008, οι οποίες θα λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό. Για να ισχύουν οι τιμές του πίνακα 5.4., θα πρέπει:

- Ο αισθητήρας παρουσίας να είναι επαρκής, δηλαδή απαιτείται τουλάχιστον ένας αισθητήρας ανά δωμάτιο ή/και ένας αισθητήρας κάθε 15 m^2 σε μεγάλους χώρους.

- Ο φωτισμός να ελέγχεται ανά επιμέρους χώρο (αίθουσα, δωμάτιο, κ.ά.) του κτηρίου και όχι κεντρικά για όλο το κτήριο.

Το κτήριο αναφοράς έχει συντελεστή επίδρασης παρουσίας χρηστών ίσο με τη μονάδα (1), εφόσον δεν διαθέτει καμία διάταξη ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας χρηστών.

5.1.3.6. Άλλες παράμετροι συστήματος φωτισμού

Εκτός από τις ώρες χρήσης φυσικού και τεχνητού φωτισμού, καθώς και τις διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου του φυσικού φωτισμού για τον υπολογισμό των φορτίων, απαιτείται η χρήση και άλλων παραμέτρων που σχετίζονται με το φωτισμό, όπως το ποσοστό της θερμότητας που παράγεται από τα φωτιστικά και απομακρύνεται από το χώρο μέσω συστήματος εξαερισμού, το φωτισμό ασφαλείας και το σύστημα εφεδρείας.

Η θερμότητα φωτισμού που παραμένει στη ζώνη είναι το ποσοστό της θερμότητας που εκπέμπεται από το σύστημα φωτισμού, το οποίο δεν απομακρύνεται άμεσα μέσω συστήματος τεχνητού εξαερισμού. Όταν απομακρύνεται όλη η θερμότητα από το χώρο, ο συντελεστής παίρνει τιμή ίση με το μηδέν (0), ενώ όταν δεν προβλέπεται καμία απομάκρυνση της θερμότητας από τη ζώνη ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1). Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος απομάκρυνσης της θερμότητας που εκλύεται από τα φωτιστικά, για τους υπολογισμούς λαμβάνεται τιμή ίση με 0,4.

Ο δείκτης ύπαρξης συστήματος φωτισμού ασφαλείας είναι μια τυπική τιμή κατανάλωσης ενέργειας. Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος φωτισμού ασφαλείας και σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15193:2008, λαμβάνεται για τους υπολογισμούς τιμή ίση με 1 kWh/(m^2.έτος). Το κτήριο αναφοράς διαθέτει σύστημα ασφαλείας φωτισμού.

Ο δείκτης ύπαρξης εφεδρικού συστήματος για φωτισμό, είναι μια τυπική τιμή κατανάλωσης ενέργειας. Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος φωτισμού εφεδρείας και σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15193:2008, λαμβάνεται για τους υπολογισμούς τιμή ίση με 5 kWh/(m^2.έτος). Το κτήριο αναφοράς για τα κτήρια υγείας και κοινωνικής πρόνοιας καθώς και προσωρινής διαμονής διαθέτει σύστημα εφεδρείας.

5.2. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου επιφέρει σημαντική μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη κ.ά.). Οι διατάξεις αυτομάτου ελέγχου μπορεί να είναι σε τοπικό επίπεδο ή κεντρικό. Οι τοπικές διατάξεις ελέγχου, έχουν την δυνατότητα ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας ενός μεμονωμένου συστήματος όπως μιας αντλίας (μέσω ρυθμιστών στροφών (inverter) για ρύθμιση των στροφών λειτουργίας στα μερικά φορτία), ενός σώματος καλοριφέρ (μέσω θερμοστατικής βάνας) ή του δικτύου διανομής (μέσω θερμοστάτη αντιστάθμισης για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του μέσου μεταφοράς) ή ενός φωτιστικού (με τοπικό αισθητήρα παρουσίας) κ.τ.λ. Αντίστοιχα, οι κεντρικές διατάξεις αυτομάτου ελέγχου (Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων - Building Energy Management Systems - BEMS), εφαρμόζονται για τον ολοκληρωτικό έλεγχο μιας εγκατάστασης θέρμανσης χώρων ή/και ψύξης χώρων ή/και κλιματισμού ή/και φωτισμού κ.τ.λ.

Σε περίπτωση που η εγκατάσταση θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού, ζεστού νερού χρήσης, φωτισμού κ.ά. διαθέτει κάποια διάταξη αυτομάτου ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας (κεντρική ή τοπική), τότε η ενέργεια για την κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων ανά τελική χρήση μειώνεται και αυτή η μείωση πρέπει να προσδιορίζεται στους υπολογισμούς. Αντίθετα, όταν δεν υπάρχει καμία διάταξη αυτομάτου ελέγχου, η ενέργεια για την κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων αυξάνεται. Το ποσοστό μείωσης ή αύξησης της απαιτούμενης ενέργειας υπολογίζεται βάσει του συντελεστή

διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) ενέργειας ανά τελική χρήση, θέρμανση, ψύξη, αερισμό κ.τ.λ. Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15232:2007, προτείνονται δύο συντελεστές διόρθωσης, ένας για την διόρθωση του απαιτούμενου θερμικού ή/και ψυκτικού φορτίου και ένας για την διόρθωση της τελικής ηλεκτρικής κατανάλωσης ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων. Η τιμή του συντελεστή διόρθωσης διαμορφώνεται ανάλογα το είδος των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και τον αριθμό των Η/Μ συστημάτων του κτηρίου που ελέγχονται.

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15232:2007, ορίζονται τέσσερις κατηγορίες διατάξεων αυτομάτου ελέγχου, Α, Β, Γ και Δ. Για να χαρακτηριστεί μια διάταξη αυτομάτου ελέγχου ότι ανήκει στην κατηγορία Γ, θα πρέπει να πληροί (να διαθέτει) όλες τις επί μέρους μεμονωμένες διατάξεις αυτοματισμών ή καλύτερες από αυτές που αναφέρονται στον πίνακα 5.5., και αφορούν στις μονάδες παραγωγής θέρμανσης / ψύξης, στις μονάδες αερισμού, στο δίκτυο διανομής, στις τερματικές μονάδες κ.ά., εφόσον υπάρχουν στο κτήριο και είναι απαραίτητοι οι αυτοματισμοί. Εάν δεν πληρούνται όλοι οι όροι (επί μέρους διατάξεις αυτοματισμών) μιας κατηγορίας, τότε θεωρείται ότι η συνολική διάταξη αυτοματισμού του κτηρίου ή θερμικής ζώνης, ανήκει στην προηγούμενη κατηγορία.

Πίνακας 5.5. *Κατηγορίες διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών*

Περιγραφή διατάξεων ελέγχου ανά κατηγορία	Κατηγορία
Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης 1. Ολοκληρωμένη διάταξη αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων ανά ιδιοκτησία (ανά λειτουργικό χώρο) με έλεγχο παρουσίας χρηστών (συστήματα ανίχνευσης κίνησης κ.ά.). Ύπαρξη θερμοστάτη και θερμοστατικών βαλβίδων ανά αυτόνομο χώρο ιδιοκτησίας κ.τ.λ. 2. Αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα υδραυλικής ή θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή κυκλοφορητές μεταβλητού σημείου λειτουργίας ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο των επιμέρους χώρων. 3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο και απόδοση). **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της παρουσίας χρηστών και της ποιότητας του εσωτερικού αέρας. 2. Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) και νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με τη μεταβολή του απαιτούμενου φορτίου ανά χώρο). 4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης.	**Α**
Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης 1. Ανεξάρτητος αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων ανά ιδιοκτησία (ανά λειτουργικό χώρο). Ύπαρξη θερμοστάτη και θερμοστατικών βαλβίδων ανά χώρο ιδιοκτησίας κ.τ.λ.. 2. Αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα υδραυλικής ή θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή κυκλοφορητές μεταβλητού σημείου λειτουργίας ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο. 3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανση	**Β**

/ ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο). **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της παρουσίας χρηστών. 2. Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την επιθυμητή και την εξωτερική θερμοκρασία). 4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης.	
Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης 1. Αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο ιδιοκτησίας/ λειτουργικής αυτονομίας. Ύπαρξη ενός θερμοστάτη χώρου και ενός αυτόματου διακόπτη (π.χ. ηλεκτροβάνα αυτονομίας) ανά ιδιοκτησία. 2. Αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα υδραυλικής ή θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή κυκλοφορητές μεταβλητού σημείου λειτουργίας ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το φορτίο θέρμανσης / ψύξης. 3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται μόνο στα θερμικά/ψυκτικά φορτία. **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στον χώρο με χρονοδιακόπτη. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα (σταθερή θερμοκρασία ίση με την επιθυμητή). Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα.	**Γ**
Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης 1. Ο έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος χωρίς θερμοστάτες χώρου. 2. Ο έλεγχος των κυκλοφορητών του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος ή χρονοπρόγραμμα, χωρίς καμία ανάδραση από τη ζήτηση θερμικού/ψυκτικού φορτίου. 3. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο διανομής. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα. **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής ο έλεγχος της προσαγωγής αέρα είναι χειροκίνητος. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Κανένας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα	**Δ**

Για τον υπολογισμό της μείωσης κατανάλωσης ενέργειας με τη χρήση διατάξεων αυτόματου ελέγχου ακολουθείται η μεθοδολογία του προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ 15232:2007. Σύμφωνα με το πρότυπο, οι υπολογισμοί της απαίτησης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη κ.ά. εφαρμόζονται, θεωρώντας ότι υπάρχει διάταξη αυτομάτου ελέγχου κατηγορίας Γ, που έχει συντελεστή διόρθωσης ίσο με τη μονάδα (1). Κατόπιν για κάθε τελική χρήση θέρμανση, ψύξη κ.τ.λ. εκτιμάται ο συντελεστής διόρθωσης

απαιτούμενης ενέργειας, ανάλογα με την υφιστάμενη διάταξη αυτοματισμών που διαθέτει το κτήριο ή/και η θερμική ζώνη, όπως δίνονται στον πίνακα 5.6., σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN15232:2007.

Πίνακας 5.6. *Συντελεστές διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση / ψύξη, με χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου*

Βασικές κατηγορίες κτηρίου	**Συντελεστής διόρθωσης $f_{BAC,\,hc}$**			
	Α	**Β**	**Γ**	**Δ**
Κατοικία	0,81	0,88	1	1,10
Προσωρινή διαμονή	0,68	0,85	1	1,31
Συνάθροισης κοινού	0,68	0,77	1	1,23
Εκπαίδευσης	0,50	0,75	1	1,24
Υγείας & κοινωνικής πρόνοιας	0,86	0,91	1	1,31
Σωφρονισμού	0,81	0,88	1	1,10
Εμπορίου	0,47	0,73	1	1,56
Γραφείων	0,70	0,80	1	1,51
Βιομηχανία - Βιοτεχνίας	0,47	0,73	1	1,56
Αποθήκευσης	0,68	0,77	1	1,23
Στάθμευσης αυτοκινήτων & πρατήρια υγρών καυσίμων	0,47	0,73	1	1,56

Πίνακας 5.7. *Συντελεστές διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης/ψύξης, με χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου*

Βασικές κατηγορίες κτηρίου	**Συντελεστής διόρθωσης $f_{BAC,el}$**			
	Α	**Β**	**Γ**	**Δ**
Κατοικία	0,92	0,93	1	1,08
Προσωρινή διαμονή	0,90	0,95	1	1,07
Συνάθροισης κοινού	0,92	0,96	1	1,04
Εκπαίδευσης	0,89	0,94	1	1,06
Υγείας & κοινωνικής πρόνοιας	0,96	0,98	1	1,05
Σωφρονισμού	0,92	0,93	1	1,08
Εμπορίου	0,91	0,95	1	1,08
Γραφείων	0,87	0,93	1	1,10
Βιομηχανία - Βιοτεχνίας	0,91	0,95	1	1,08
Αποθήκευσης	0,92	0,96	1	1,04
Στάθμευσης αυτοκινήτων & πρατήρια υγρών καυσίμων	0,91	0,95	1	1,08

Αντίστοιχα στον πίνακα 5.7 δίνεται ο συντελεστής διόρθωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα βοηθητικά συστήματα (αντλίες, ανεμιστήρες κ.ά.) των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού κ.ά. Οι τιμές αυτές δίνονται για κάθε βασική κατηγορία κτηρίου και αφορά και τις επί μέρους χρήσεις χώρων ή θερμικών ζωνών του κτηρίου.

Στην περίπτωση ξενοδοχείου/ξενώνα με θερμαινόμενη επιφάνεια μικρότερη των 3.500 m^2, που δεν διαθέτει καμία διάταξη αυτοματισμών ενεργειακής διαχείρισης, οι διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμών του υπό μελέτη/επιθεώρηση κτηρίου κατατάσσονται στην κατηγορία Δ. Αν όμως το υπό

μελέτη/επιθεώρηση κτήριο διαθέτει σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών θα λαμβάνει συντελεστές διόρθωσης της αντίστοιχης κατηγορίας Γ. Στην περίπτωση που ένα κτήριο ξενοδοχείου/ξενώνα διαθέτει διατάξεις αυτοματισμών ενεργειακής διαχείρισης όπως περιγράφονται στην κατηγορία Γ και επιπλέον διαθέτει και σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών θα λαμβάνει τους συντελεστές διόρθωσης της αντίστοιχης κατηγορίας Β.

Δεδομένου πως η κατηγορία αυτοματισμών εφαρμόζεται ενιαία για θέρμανση / ψύξη, σε περίπτωση διαφορετικών συστημάτων και αυτοματισμών, θα επιλέγεται βάσει της χειρότερης – ενεργειακά – κατηγορίας αυτοματισμών που αντιστοιχεί στο σύστημα θέρμανσης ή ψύξης. Ειδικά για τις κατοικίες, ως κατηγορία αυτοματισμών λαμβάνεται αυτή του συστήματος θέρμανσης.

Όσον αφορά στις κεντρικές εγκαταστάσεις Ζ.Ν.Χ. του υπό μελέτη/επιθεώρηση κτηρίου, για τους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας Ζ.Ν.Χ. θεωρούνται μόνο δύο περιπτώσεις για τον προσδιορισμό των συντελεστών διόρθωσης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Στην πρώτη περίπτωση, που το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου του κεντρικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ., ως συντελεστής διόρθωσης της τελικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ., καθώς και της ηλεκτρικής ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων Ζ.Ν.Χ, λαμβάνεται η τιμή 0,90. Αντίστοιχα, στη δεύτερη περίπτωση που το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο δεν διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου στο σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. τότε για τους υπολογισμούς, ως συντελεστής διόρθωσης λαμβάνεται η τιμή 1. Για τις τοπικές εγκαταστάσεις παραγωγής Ζ.Ν.Χ. ο συντελεστής διόρθωσης λαμβάνεται πάντα μονάδα (1).

Στην περίπτωση όπου το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και αερισμού ή/και παραγωγής ΖΝΧ και προκειμένου για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου ορίζονται κατά παραδοχή ως συστήματα του κτηρίου τα αντίστοιχα συστήματα του κτηρίου αναφοράς, ως κατηγορία αυτοματισμών λαμβάνεται η Δ.

5.2.1. Ελάχιστες προδιαγραφές για νέα κτήρια και για κτήριο αναφοράς

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. οι εγκαταστάσεις θέρμανσης ή ψύξης πρέπει να πληρούν τις εξής προδιαγραφές διατάξεων αυτόματου ελέγχου:

- Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης.
- Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών για τη θέρμανση χώρων, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, εφαρμόζεται θερμιδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου.

Επίσης σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. οι διατάξεις ελέγχου εγκαταστάσεων κτηρίου αναφοράς τριτογενούς τομέα πληρούν τα εξής:

- Το κτήριο αναφοράς ξενοδοχείου/ξενώνα διαθέτει σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών, επιτυγχάνοντας 5% εξοικονόμηση επί της υπολογιζόμενης κατανάλωσης τελικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό.
- Το κτήριο αναφοράς τριτογενούς τομέα, με θερμαινόμενη επιφάνεια μεγαλύτερη από 3.500 m^2 διαθέτει κεντρικό σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίου (BEMS) για τον κεντρικό έλεγχο της λειτουργίας των Η/Μ εγκαταστάσεων, επιτυγχάνοντας 10% εξοικονόμηση επί της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό.

Βάσει των απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ., το κτήριο αναφοράς για τις κατοικίες (ανεξαρτήτου επιφάνειας) και κτήρια του τριτογενούς τομέα με θερμαινόμενη επιφάνεια μικρότερη των 3.500 m^2, θα

διαθέτει τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Γ (πίνακας 5.5.) και θα έχει συντελεστές διόρθωσης ίσους με τη μονάδα (1) όπως αναφέρεται στους πίνακες 5.6. και 5.7.

Στην περίπτωση ξενοδοχείου/ξενώνα με θερμαινόμενη επιφάνεια μικρότερη των 3.500 m^2, το κτήριο αναφοράς διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Γ αλλά και σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών, δηλαδή θα ανήκει στην κατηγορία Β και θα έχει συντελεστές διόρθωσης ανάλογα με τη χρήση της θερμικής ζώνης όπως αναφέρεται στους πίνακες 5.6. και 5.7.

Αντίστοιχα το κτήριο αναφοράς του τριτογενούς τομέα με θερμαινόμενη επιφάνεια μεγαλύτερη των 3.500 m^2 θα διαθέτει όλες τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Β (πίνακας 5.5.) και θα έχει συντελεστές διόρθωσης ανάλογα με τη χρήση της θερμικής ζώνης όπως αναφέρεται στους πίνακες 5.6. και 5.7.

Το κτήριο αναφοράς σε όλες τις περιπτώσεις κτηρίων (οικιακού ή τριτογενή τομέα) και συστημάτων παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (κεντρικά, τοπικά, με ανακυκλοφορία ή μη), για τους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ. ως συντελεστή διόρθωσης λαμβάνει την τιμή 1.

5.3. <u>ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</u>

Η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, λαμβάνει υπόψη την συνεισφορά των συστημάτων ηλιακών συλλεκτών και φωτοβολταϊκών όπως αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

5.3.1. <u>Θερμικά ηλιακά συστήματα</u>

Τα συστήματα ηλιακών συλλεκτών, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμικής ενέργειας με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Αυτή η θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση χώρων ή για τη θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης, της υπό μελέτη ζώνης του κτηρίου. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών, που μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα κτήριο, ανάλογα με τη χρήση και τη διαθέσιμη επιφάνεια εγκατάστασης. Για τον υπολογισμό της συνεισφοράς ενός συστήματος ηλιακών συλλεκτών καταγράφονται τα απαραίτητα δεδομένα από την μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος, τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή, καθώς και από την επιθεώρηση της εγκατάστασης.

Τα απαιτούμενα δεδομένα είναι:

- Ο τύπος του ηλιακού συλλέκτη και ο συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης, σύμφωνα με τη χρήση συστήματος και την εκπονούμενη μελέτη διαστασιολόγησης.
- Η εγκατεστημένη απορροφητική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών (m^2),
- Οι παράμετροι θέσης εγκατάστασης, ο προσανατολισμός και η κλίση των ηλιακών συλλεκτών.
- Η ενδεχόμενη ύπαρξη συστήματος περιστρεφόμενης βάσης των ηλιακών συλλεκτών, μονού ή διπλού άξονα.

Για τη μελέτη διαστασιολόγησης (σχεδιασμού) ενός συστήματος ηλιακών συλλεκτών, ο μελετητής μπορεί να χρησιμοποιήσει διάφορες μεθοδολογίες, όπως η ωριαία προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος, οι μέθοδοι που αναφέρονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15316.4-3:2008, η μέθοδος καμπυλών f των S. Klein, W.A. Beckman και J.A. Duffie που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Wisconsin ή οποιαδήποτε άλλη αναγνωρισμένη αναλυτική ή μη μέθοδο η οποία εφαρμόζεται μέχρι σήμερα. Στην περίπτωση τυποποιημένων συστημάτων ηλιακών συλλεκτών όπως είναι τα

θερμοσιφωνικά, για τη διαστασιολόγηση τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά (π.χ. ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης) που δίνει ο κατασκευαστής, εφόσον είναι διαθέσιμα.

5.3.1.1. Παράμετροι θέσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών

Οι βασικές παράμετροι θέσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών είναι:

- ο προσανατολισμός τους ως προς τον νότο,
- η κλίση της επιφάνειας ως προς το οριζόντιο επίπεδο και
- ο συντελεστής σκίασης.

Ο **προσανατολισμός** (αζιμούθιο γ) τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, είναι η απόκλιση τους από το νότο της περιοχής εγκατάστασης. Ο βέλτιστος προσανατολισμός για τους ηλιακούς συλλέκτες είναι ο νότιος με μικρή απόκλιση ±5^o. Για νότιο προσανατολισμό σύμφωνα με την μεθοδολογία υπολογισμού ορίζεται γ = 180°, για ανατολικό προσανατολισμό γ = 90° και για δυτικό προσανατολισμό γ = 270°. Ο προσανατολισμός λαμβάνεται ίδιος τόσο για το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, όσο και για το κτήριο αναφοράς.

Η **κλίση** (β) των ηλιακών συλλεκτών ορίζεται ως προς το οριζόντιο επίπεδο εγκατάστασης και απαιτείται για τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει επάνω στην συλλεκτική επιφάνεια.

- Για κάθετη τοποθέτηση της επιφάνειας του συλλέκτη η κλίση είναι 90°, ενώ για οριζόντια τοποθέτηση η κλίση είναι 0°.

Η βέλτιστη κλίση εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών εξαρτάται από μια σειρά παραμέτρων με βασικότερες την εποχική χρήση και την τοποθεσία (γεωγραφικό πλάτος). Για την Ελλάδα ενδεικτικές τιμές είναι οι εξής:

- για ετήσια χρήση β = γεωγραφικό πλάτος +/- 5^o,
- για χειμερινή χρήση β = γεωγραφικό πλάτος + 15^o,
- για θερινή χρήση β = γεωγραφικό πλάτος - 20^o.

Ο **συντελεστής σκίασης** είναι διορθωτικός συντελεστής για τη μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω της σκίασης που προκαλείται από το περιβάλλοντα χώρο στην επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών. Ο συντελεστής σκίασης ίσος με 0 δεικνύει ότι υπάρχει πλήρης σκίαση των ηλιακών συλλεκτών.

5.3.1.2. Συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης από ηλιακούς συλλέκτες

Το ποσοστό αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας, ορίζεται ως το ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στο συλλέκτη που μετατρέπεται σε θερμική και αξιοποιείται τελικά για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ή για τη θέρμανση χώρων, δηλαδή είναι η μέση ετήσια απόδοση του ηλιακού συλλέκτη. Η μέση ετήσια απόδοση μιας εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών εξαρτάται από:

- τον τύπο των ηλιακών συλλεκτών (απλοί επίπεδοι, επίπεδοι με επιλεκτική επιφάνεια, συλλέκτες κενού κ.ά.) και τα τεχνικά χαρακτηριστικά που δίνει ο κατασκευαστής,
- τη χρήση των ηλιακών συλλεκτών: ζεστού νερού χρήσης ή/και θέρμανσης χώρων κ.ά.,
- τις απώλειες εγκατάστασης λόγω παλαιότητας, φθοράς, κακής συντήρησης κ.ά.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει μελέτη διαστασιολόγησης (σχεδιασμού) του συστήματος ηλιακών συλλεκτών, όπως σε υφιστάμενα κτήρια, από την οποία να προκύπτει το ποσοστό αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης λαμβάνονται οι τιμές των πινάκων 5.8. και 5.9. Ο πίνακας 5.8. δίνει το συντελεστή εκμετάλλευσης (αξιοποίησης) ηλιακής ακτινοβολίας για

εφαρμογές σε κτήρια του οικιακού τομέα και ο πίνακας 5.9. το συντελεστή εκμετάλλευσης ηλιακής ακτινοβολίας για εφαρμογές σε κτήρια του τριτογενούς τομέα (ξενοδοχεία κ.ά.).

Πίνακας 5.8. *Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες.*

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15^0	45^0	65^0	15^0	45^0	65^0	15^0	45^0	65^0
Αλεξαν/πολη	0,318	0,325	0,329	0,341	0,353	0,350	0,360	0,367	0,369
Αθήνα	0,338	0,344	0,351	0,359	0,369	0,369	0,374	0,381	0,383
Ηράκλειο	0,333	0,339	0,343	0,355	0,364	0,361	0,370	0,375	0,378
Καστοριά	0,307	0,314	0,316	0,333	0,344	0,340	0,356	0,363	0,363
Λάρισα	0,327	0,334	0,341	0,350	0,360	0,360	0,369	0,376	0,378
Λήμνος	0,319	0,327	0,331	0,343	0,354	0,352	0,360	0,368	0,370
Νάξος	0,332	0,340	0,344	0,355	0,365	0,363	0,372	0,378	0,381
Πάτρα	0,335	0,342	0,348	0,357	0,366	0,366	0,373	0,381	0,382
Θεσσαλονίκη	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,358	0,368	0,375	0,376
Τρίπολη	0,317	0,324	0,327	0,340	0,349	0,347	0,363	0,369	0,370
Μέσος όρος	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,357	0,366	0,373	0,375

Πίνακας 5.9. *Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κτήρια του τριτογενούς τομέα.*

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15^0	45^0	65^0	15^0	45^0	65^0	15^0	45^0	65^0
Αλεξαν/πολη	0,312	0,316	0,325	0,327	0,333	0,339	0,337	0,341	0,351
Αθήνα	0,324	0,324	0,334	0,338	0,338	0,344	0,349	0,348	0,355
Ηράκλειο	0,304	0,299	0,308	0,315	0,308	0,313	0,321	0,317	0,325
Καστοριά	0,308	0,309	0,314	0,325	0,327	0,328	0,337	0,336	0,341
Λάρισα	0,328	0,334	0,346	0,343	0,352	0,360	0,356	0,364	0,372
Λήμνος	0,307	0,309	0,320	0,320	0,323	0,330	0,325	0,331	0,342
Νάξος	0,314	0,316	0,326	0,329	0,330	0,336	0,341	0,343	0,352
Πάτρα	0,325	0,330	0,342	0,340	0,347	0,354	0,351	0,359	0,369
Θεσσαλονίκη	0,323	0,329	0,339	0,339	0,347	0,353	0,352	0,358	0,365
Τρίπολη	0,315	0,318	0,325	0,330	0,334	0,336	0,343	0,345	0,350
Μέσος όρος	0,316	0,318	0,328	0,331	0,334	0,339	0,341	0,344	0,352

Οι συντελεστές αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας διαφοροποιούνται αρκετά ως προς τον τύπο του ηλιακού συλλέκτη, αλλά δεν διαφοροποιούνται σε σχέση με την περιοχή, δηλαδή το γεωγραφικό πλάτος. Ο μέσος συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας ανά τύπο συλλέκτη και γωνία κλίσης, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε περιοχή εγκατάστασης στον ελλαδικό χώρο. Ακόμη και ως προς την χρήση του κτηρίου, ο πίνακας 5.9. θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε χρήση κτηρίου του τριτογενούς τομέα που έχει μεγάλη κατανάλωση ενέργειας (νοσοκομεία, κλινικές κ.τ.λ.).

Οι συντελεστές αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, που δίνονται στους παραπάνω πίνακες υπολογίστηκαν με την εφαρμογή μοντέλου ωριαίας προσομοίωσης λειτουργίας του συστήματος, χρησιμοποιώντας κατάλληλο μοντέλο υπολογισμών, λαμβάνοντας υπόψη την απόδοση των ηλιακών συλλεκτών σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 12975.2:2006, τις απώλειες του δικτύου διανομής και δοχείων αποθήκευσης, καθώς επίσης και το προφίλ λειτουργίας της εγκατάστασης. Τα βασικά δεδομένα για τους υπολογισμούς είναι τα εξής:

- Κλιματικές συνθήκες 10 ελληνικών πόλεων.
- Ο τύπος συλλέκτη. Μελετήθηκαν τρεις τύποι ηλιακών συλλεκτών: απλός επίπεδος ηλιακός συλλέκτης, επιλεκτικός επίπεδος ηλιακός συλλέκτης και συλλέκτης κενού. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλιακών συλλεκτών που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς αναφέρονται στον πίνακα 5.10. Η απόδοση των ηλιακών συλλεκτών n_{sc}, υπολογίστηκε με βάση την ακόλουθη αναλυτική σχέση:

$$n_{sc} = n_o - a_1 \frac{t_m - t_a}{G} - a_2 \cdot G \cdot \left(\frac{t_m - t_a}{G}\right)^2 \qquad [5.1.]$$

  Όπου tm (^oC) είναι η μέση θερμοκρασία του ρευστού στον ηλιακό συλλέκτη, ta (^oC) η θερμοκρασία περιβάλλοντος και G (W/m^2) η ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και n_o, a_1 και a_2 τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη.
- Κλίση συλλέκτη. Μελετήθηκαν τρεις κλίσεις συλλέκτη 15^o, 45^o και 65^o.
- Νότιος προσανατολισμός και για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
- Μήκος δικτύου διανομής και θερμομόνωση δικτύου (13mm).
- Ανακυκλοφορία νερού στις μεγάλες εγκαταστάσεις.
- Το προφίλ λειτουργίας της εγκατάστασης, για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά τύπο κτηρίου όπως δίνεται στον πίνακα 5.11. Το προφίλ λειτουργίας του ξενοδοχείου μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρόμοια και για κτήρια νοσοκομείων ή κλινικών.

Πίνακας 5.10. *Τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλιακών συλλεκτών.*

Τύπος συλλέκτη	**Συντελεστής μηδενικών απωλειών n_o**	**Συντελεστής θερμικής απώλειας ηλιακού συλλέκτη a_1**	**Θερμοκρασιακή εξάρτηση του συντελεστή θερμικής απώλειας a_2**
	[–]	**[W/(m^2.K)]**	**[W/(m^2.K^2)]**
Απλός επίπεδος	0,73	5,51	0,006
Επιλεκτικός	0,77	3,75	0,015
Κενού	0,70	1,80	0,020

Ο βαθμός απόδοσης των ηλιακών συλλεκτών μεταβάλλεται ανάλογα με την παλαιότητα και την κατάσταση λειτουργίας του. Σε περίπτωση σημαντικής και εμφανούς κακοσυντήρησης (π.χ. ύπαρξη

διαρροών κ.τ.λ.), καθώς και φθορών στη συλλεκτική επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, ο συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης του ηλιακού συλλέκτη (πίνακας 5.8. και 5.9.) λαμβάνεται μειωμένος κατά 20%.

Η συνήθης πρακτική είναι η εγκατάσταση 1 m^2 απλού επίπεδου ηλιακού συλλέκτη για κάθε άτομο, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης. Αντίστοιχα, για τη θέρμανση χώρων αντιστοιχεί 1 m^2 επίπεδου απλού ηλιακού συλλέκτη για θερμικό φορτίο 700 W (≈ 600 kcal/h).

Πίνακας 5.11. *Προφίλ λειτουργίας της εγκατάστασης για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.).*

	Ημερήσια ζήτηση Ζ.Ν.Χ.	**Θερμοκρασία Ζ.Ν.Χ**	**Δεξαμενή αποθήκευσης**	**Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη**
	[*l*/ ημέρα]	**[^{o}C]**	**[*l*]**	**[m^2]**
Κατοικία	200	50	200	5
Ξενοδοχείο	3000	50	2 x 2500 μία εφεδρική	90

5.3.1.3. Ηλιακοί συλλέκτες κτηρίου αναφοράς

Το κτήριο αναφοράς καλύπτει το 15% των αναγκών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης με χρήση ηλιακών συλλεκτών. Ο ηλιακός συλλέκτης του κτηρίου αναφοράς είναι επίπεδος επιλεκτικός, με μέσο ετήσιο συντελεστή ηλιακής αξιοποίησης 0,30, νότιο προσανατολισμό και συντελεστή σκίασης 1 (πλήρης απουσία σκίασης).

5.3.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων που μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα κτήριο, ανάλογα τη χρήση και τη διαθέσιμη επιφάνεια εγκατάστασης. Για τον υπολογισμό της συνεισφοράς ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, καταγράφονται τα απαραίτητα δεδομένα από τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή, καθώς και από την επιθεώρηση της εγκατάστασης. Τα απαιτούμενα δεδομένα είναι:

- Η απόδοση του Φ/Β συστήματος ή συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης, ανάλογα τον τύπο του συστήματος: μονοκρυσταλλικό, πολυκρυσταλλικό κ.ά.
- Η εγκατεστημένη επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων (m^2),
- Οι παράμετροι θέσης εγκατάστασης, ο προσανατολισμός και η κλίση των Φ/Β.

Οι πιο πάνω παράμετροι λαμβάνονται από την μελέτη διαστασιολόγησης και σχεδιασμού ενός Φ/Β συστήματος στο κτήριο, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή και την επιθεώρηση των συστημάτων. Αν τα δεδομένα αυτά δεν είναι διαθέσιμα, τότε λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι όπως αναφέρονται στις επόμενες παραγράφους.

5.3.2.1. Συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας από Φ/Β

Ο μέσος ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας δείχνει τη μέση ετήσια απόδοση, με την οποία το Φ/Β μετατρέπει την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μέση ετήσια απόδοση μιας Φ/Β εγκατάστασης συνεκτιμάται από:

- Την ονομαστική απόδοση των Φ/Β στοιχείων που δίνει ο κατασκευαστής και αναφέρεται σε συνθήκες εργαστηρίου, δηλαδή σε ένταση ηλιακής ακτινοβολίας 1000 W/m^2 και θερμοκρασία Φ/Β στοιχείου συνήθως 25^{o}C. Η ονομαστική απόδοση είναι ο λόγος της παραγόμενης

ηλεκτρικής ενέργειας προς τη συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία κάθετης πρόσπτωσης στο Φ/Β πλαίσιο. Η ηλεκτρική απόδοση εξαρτάται από τον τύπο των Φ/Β στοιχείων: μονοκρυσταλλικό, πολυκρυσταλλικό κ.ά. Ενδεικτικές τιμές ονομαστικής απόδοσης των Φ/Β στην ελληνική αγορά δίνονται στον πίνακα 5.12.

- Τις πιθανές απώλειες εγκατάστασης λόγω παλαιότητας των Φ/Β στοιχείων (πίνακας 5.12.).
- Τη συνολική ονομαστική απόδοση της Φ/Β εγκατάστασης, συμπεριλαμβανομένων και των βοηθητικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται όπως διανομείς, μετατροπείς, μπαταρίες κ.ά., (πίνακας 5.12.).
- Τις πιθανές απώλειες εγκατάστασης λόγω κακής συντήρησης, υψηλών θερμοκρασιών περιοχής, κακού αερισμού των Φ/Β στοιχείων κ.ά. Η μέση πραγματική απόδοση των Φ/Β στοιχείων σε συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος για τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας, όπως έχει καταγραφεί σε διάφορες εγκαταστάσεις, κυμαίνεται περίπου 15% χαμηλότερα από την ονομαστική απόδοση του κατασκευαστή.

Το συνολικό ποσοστό απωλειών ορίζεται ως το άθροισμα των επί μέρους συντελεστών μείωσης, λόγω παλαιότητας, τρόπου σύνδεσης και συνθηκών λειτουργίας του Φ/Β. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ο μέσος ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας (μέση ετήσια απόδοση) του Φ/Β λαμβάνεται ίσος με τον ονομαστικό βαθμό απόδοσης μειωμένο κατά το συνολικό ποσοστό απωλειών.

Πίνακας 5.12. *Βαθμός απόδοσης Φ/Β στοιχείων ανάλογα με την παλαιότητα.*

Τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων	Ενδεικτική απόδοση	Συντελεστές μείωσης	
		Λόγω παλαιότητας	Λόγω σύνδεσης με βοηθητικά συστήματα
Μονοκρυσταλλικά	12-19%	1,0% για κάθε έτος λειτουργίας	5%
Πολυκρυσταλλικά	12-19%		
Λεπτού υμένα		1,1 % για κάθε έτος λειτουργίας	5%
Άμορφα (a-Si)	4-7%		
Μικρομορφικά (μ-Si)	8-8,5%		
Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός-πρόσμειξη γαλλίου (CIS-CIGS)	6-11%		
Τελουριούχο κάδμιο (CdTe)	6-12%		
Τριπλής επαφής	23-24%	1,0 % για κάθε έτος λειτουργίας	5%

5.3.2.2. <u>Παράμετροι θέσης εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων</u>

Οι βασικές παράμετροι θέσης εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ο προσανατολισμός τους ως προς τον νότο, η κλίση της επιφάνειάς τους ως προς το οριζόντιο επίπεδο και ο συντελεστής σκίασης.

Ο προσανατολισμός (αζιμούθιο γ) τοποθέτησης του Φ/Β στοιχείου είναι η απόκλισή του από τον νότο της περιοχής εγκατάστασης. Ο βέλτιστος προσανατολισμός για τα Φ/Β είναι ο νότιος με μικρή απόκλιση ±5^{o}. Σύμφωνα με την μεθοδολογία ορίζεται:

- για νότιο προσανατολισμό των Φ/Β γ=180°,
- για ανατολικό προσανατολισμό γ= 90° και

- για δυτικό προσανατολισμό γ=270°.

Η κλίση (β) του Φ/Β στοιχείου ορίζεται ως προς το οριζόντιο επίπεδο εγκατάστασης και απαιτείται για τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει επάνω στο Φ/Β. Για κάθετη τοποθέτηση επιφάνειας Φ/Β η κλίση είναι 90°, ενώ για οριζόντια τοποθέτηση η κλίση είναι 0°. Στον πίνακα 5.13. δίνονται ενδεικτικές τιμές της βέλτιστης κλίσης εγκατάστασης Φ/Β πλαισίων για διάφορα γεωγραφικά πλάτη της Ελλάδας και ανά περίοδο χρήσης.

Οι ενδεικτικές τιμές του πίνακα διαφοροποιούνται ανά περιοχή, ανάλογα με την μορφολογία (τοπικό ανάγλυφο) της περιοχής και τα φυσικά εμπόδια (ορεινούς όγκους κ.τ.λ.). Σε περίπτωση νέας εγκατάστασης Φ/Β με σταθερή κλίση, λαμβάνονται υπόψη οι τιμές της βέλτιστης κλίσης των Φ/Β για ετήσια περίοδο όπως δίνονται στον πίνακα 5.13. η οποία συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 25° και 31°.

Πίνακας 5.13. *Βέλτιστες κλίσεις φωτοβολταϊκών στοιχείων για διάφορα γεωγραφικά πλάτη στην Ελλάδα ανά περίοδο χρήσης.*

Γεωγραφικό πλάτος περιοχής (φ) σε (°)	Θερινή περίοδος	Ετήσια περίοδος	Χειμερινή περίοδος
φ = 35,0°	7	25	44
φ = 36,0°	8	26	45
φ = 37,0°	9	27	46
φ = 38,0°	10	28	47
φ = 39,0°	11	29	48
φ = 40,0°	12	30	49
φ = 41,0°	13	31	50

Ο συντελεστής σκίασης, είναι ο διορθωτικός συντελεστής για τη μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω της σκίασης που προκαλείται από τον περιβάλλοντα χώρο στην επιφάνεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Ο συντελεστής σκίασης 0 δεικνύει ότι υπάρχει πλήρης σκίαση των φωτοβολταϊκών πλαισίων.

5.4. ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ / ΨΥΞΗΣ

Τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) χρησιμοποιούνται για την ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας ή/και ψύξης. Ενδείκνυνται σε περιπτώσεις κτηρίων των οποίων τα θερμικά φορτία είναι τουλάχιστον κατά 50% μεγαλύτερα από τα ηλεκτρικά φορτία, όπως σε κτήρια νοσοκομείων, ξενοδοχείων κ.ά.

Η θερμότητα που παράγεται από ένα σύστημα Σ.Η.Θ. μπορεί να αξιοποιηθεί για τη θέρμανση χώρων ή/και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ή/και για την ψύξη χώρων (μέσω μονάδας απορρόφησης). Αντίστοιχα, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται μπορεί να καλύψει τις ηλεκτρικές ανάγκες για ηλεκτρικές συσκευές, φωτισμό κ.ά. Κατά τη διαστασιολόγηση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- η διακύμανση των ηλεκτρικών φορτίων (καμπύλη ισχύος) στη διάρκεια της ημέρας και το φορτίο βάσης του κτηρίου,
- η διακύμανση των θερμικών φορτίων στη διάρκεια της ημέρας, για τη θέρμανση χώρων, ζεστό νερό χρήσης κ.ά.,

- η διακύμανση των ηλεκτρικών φορτίων και θερμικών φορτίων ανά εποχή,
- η διακύμανση των ψυκτικών φορτίων κατά τη θερινή περίοδο.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής συνεισφοράς ενός συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου απαιτείται η γνώση και καταγραφή των ακόλουθων δεδομένων:

- της εγκατεστημένη ισχύος (ηλεκτρική και θερμική) του συστήματος συμπαραγωγής,
- του καυσίμου που καταναλώνει το Σ.Η.Θ.,
- της μέσης ετήσιας απόδοσης ηλεκτρικής ενέργειας του Σ.Η.Θ.,
- της μέσης ετήσιας απόδοσης θερμικής ενέργειας του Σ.Η.Θ.,
- των φορτίων που καλύπτει το Σ.Η.Θ. για θέρμανση χώρων ή/και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Τα πιο πάνω δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνονται από τη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος συμπαραγωγής, τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή ή/και τα στοιχεία πραγματικής λειτουργίας του Σ.Η.Θ., μέσα από τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτηρίου (BEMS), αν υπάρχει ή/και από άλλες μετρήσεις.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ΣΗΘ, τότε ο επιθεωρητής μπορεί να χρησιμοποιήσει για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, τις τυπικές τιμές του πίνακα 5.14. για τις αποδόσεις μονάδων Σ.Η.Θ. ανάλογα τον τύπο της μονάδας και την ονομαστική ισχύ της. Οι τιμές αναφέρονται σε όλες τις τεχνολογίες Σ.Η.Θ., που είναι κατάλληλες για εγκαταστάσεις στα κτήρια με βάση τη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου. Οι κυψέλες καυσίμου έχουν μικρή διάρκεια ζωής, περίπου 5 χρόνια, οι αεριοστρόβιλοι τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, που κυμαίνεται στα 15 - 25 χρόνια, ενώ οι υπόλοιπες τεχνολογίες έχουν μέση διάρκεια ζωής 10 - 15 χρόνια.

Πίνακας 5.14. *Ενδεικτικές αποδόσεις μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης.*

Τύπος μονάδας συμπαραγωγής	**Ονομαστική ηλεκτρική ισχύς**	**Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης**	**Θερμικός βαθμός απόδοσης**	**Συνολικός βαθμός απόδοσης**	**Λόγος ηλεκτρικής / θερμική**	**Θερμ/σία εξόδου καυσαερίων**
	[kW]	**[%]**	**[%]**	**[%]**	**[–]**	**[ºC]**
Κυψέλες καυσίμου	3 - 30	20 - 30	25 - 35	45 - 60	0,7 - 1,0	140 - 200
Μηχανή Stirling	3 - 100	35 - 45	50 - 60	80 - 85	0,5 - 0,8	400 - 500
Μηχανή OTTO	15 - 1.300	32 - 35	50 - 60	80 - 85	0,5 - 0,8	400 - 450
Μηχανή DIESEL	100 - 20.000	35 - 45	40 - 45	70 - 80	0,7 - 0,9	320 - 450
Μικροτουρμπίνα	25 - 200	25 - 35	40 - 50	70 - 80	0,6 - 0,8	200 - 300
Ατμοστρόβιλος απομάστευσης	500 - 100.000	25 - 30	40 - 60	60 - 80	0,1 - 0,3	180 - 200
Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας	100 - 30.000	25 - 35	40 - 50	70 - 80	0,25 - 0,8	400 - 600

6. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, εκτός από τις παραμέτρους και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου που αναλύθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, είναι απαραίτητα και τα κλιματικά δεδομένα τής υπό μελέτης περιοχής του κτηρίου. Από τα κλιματικά δεδομένα, τα οποία δίνονται αναλυτικά στην τεχνική οδηγία «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών» για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα:

- Η μέση μηνιαία θερμοκρασία (^oC) περιοχής,
- Η μέση μηνιαία ειδική υγρασία (g/kg) περιοχής,
- Η μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου (m/s),
- Η μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο (kWh/m^2),
- Η μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m^2) για επιφάνειες με τυχαίο προσανατολισμό (γ) και γωνία κλίσης (β).

7. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Στον πίνακα 7.1. δίνονται οι εκπομπές αερίων ρύπων για διάφορα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στον κτηριακό τομέα.

Πίνακας 7.1. *Συντελεστής εκπομπής αέριων ρύπων για διάφορα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στον κτηριακό τομέα.*

Καύσιμο	Κατώτερη θερμογόνος δύναμη	CO_2	SO_2	NO_x
	[kWh/kg]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]
Πετρέλαιο θέρμανσης	11,92	263,6	0,1	200,0
Υγραέριο	12,73	238,0	0,0	165,1
Φυσικό αέριο	13,83	196,3	0,0	152,0
Βιομάζα (τυποποιημένη ή μη)	4,31	--	--	--
Λιγνίτης		1320,0	1,2	1,0
Ηλεκτρισμός (περιοχές που είναι διασυνδεδεμένες με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο)		850,0	15,5	1,2
Ηλεκτρισμός (νησιά που δεν είναι διασυνδεδεμένα με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο)		1062,5	19,4	1,5
Θερμική ενέργεια από τηλεθέρμανση		346,6	1,5	0,6

8. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών που αναγράφονται στην έκθεση της ενεργειακής μελέτης είναι:

- Οι ειδικές καταναλώσεις ενέργειας ανά χρήση και είδος καυσίμου. Ως ειδική κατανάλωση ενέργειας νοείται η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας του κτηρίου [kWh/(m^2.έτος)].
- Οι ειδικές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση και είδος καυσίμου.
- Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό κ.τ.λ.) και είδος καυσίμου.

8.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

Στον Κ.Εν.Α.Κ. ορίζεται το έντυπο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) του κτηρίου, στο οποίο αναγράφεται η κατηγορία κατάταξης του κτηρίου σε σχέση με το κτήριο αναφοράς, καθώς επίσης και οι υπολογιζόμενες καταναλώσεις ενέργειας, της πρωτογενούς ενέργειας και των εκλυόμενων ρύπων. Οι καταναλώσεις ενέργειας αναφέρονται στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης και ανά χρήση και ανά καύσιμο ως εξής:

- Κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων του κτηρίου.
- Κατανάλωση ενέργειας για την ψύξη των χώρων του κτηρίου.
- Κατανάλωση ενέργειας για τον αερισμό των χώρων του κτηρίου.
- Κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στο κτήριο.
- Κατανάλωση ενέργειας για το φωτισμό των χώρων του κτηρίου (εκτός κατοικιών).

8.2. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η βιωσιμότητα των επεμβάσεων καθορίζεται με τη μέθοδο της απλής περιόδου αποπληρωμής. Απαιτούμενα δεδομένα είναι το αρχικό κόστος της επέμβασης (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους εγκατάστασης), καθώς επίσης και το κόστος ενέργειας για την τρέχουσα περίοδο της μελέτης ή της επιθεώρησης.

8.3. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ο επιθεωρητής κατά την σύνταξη του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης προτείνει πιθανές επεμβάσεις για τη μείωση της απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO_2. Για κάθε προτεινόμενη επέμβαση, εκτιμάται το αρχικό κόστος και η απλή περίοδος αποπληρωμής, προκειμένου να εκτιμηθεί η βιωσιμότητα της επέμβασης.

Ενδεικτικές επεμβάσεις αναβάθμισης και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, που μπορούν να εφαρμοστούν στο κτηριακό κέλυφος είναι οι εξής:

- Διερεύνηση ένταξης συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος, με την εφαρμογή βιοκλιματικών στοιχείων βάσει του τοπικού κλίματος και του προσανατολισμού και στις Η/Μ εγκαταστάσεις του κτηρίου.

- Τοποθέτηση κατάλληλης μόνωσης με πιστοποιημένα υλικά, φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, χαμηλής θερμοπερατότητας και μεγάλης διάρκεια ζωής.
- Περιορισμός των θερμογεφυρών του κελύφους.
- Περιορισμός της διείσδυσης του αέρα από τις χαραμάδες των κουφωμάτων.
- Επιλογή διπλών ή δίδυμων υαλοπινάκων με βελτιωμένα θερμικά χαρακτηριστικά των προστατευτικών εξώφυλλα των κουφωμάτων.
- Σκίαση των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου.
- Χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας, π.χ. συστήματα άμεσου κέρδους, προσαρτημένα θερμοκήπια, τοίχους θερμικής συσσώρευσης, τοίχους Trombe.

Ενδεικτικές επεμβάσεις αναβάθμισης και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου με την εφαρμογή συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) είναι οι εξής:

- Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης των χώρων. Για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης απαιτείται 1,2 ÷ 2,0 m^2 επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών ανά άτομο ανάλογα με την κλιματική ζώνη. Για την θέρμανση χώρων, 1 m^2 επίπεδων ηλιακών συλλεκτών καλύπτει θερμικό φορτίο περίπου 580 ÷ 750 W ανάλογα με την κλιματική ζώνη.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων για ηλεκτροπαραγωγή κυρίως σε κτήρια μη διασυνδεδεμένα με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο. Μέση απόδοση φωτοβολταϊκών πλαισίων 11% έως 17%.
- Εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών για ψύξη / θέρμανση. Αυτά τα συστήματα παρουσιάζουν συντελεστές αποδόσεων, COP ≥ 5,0 και EER ≥ 4,5.
- Εγκατάσταση συστημάτων ηλιακής ψύξης / θέρμανσης. Αυτά τα συστήματα έχουν χαμηλό θερμικό βαθμός ενεργειακής απόδοσης EER = 0,5 - 0,6 (με πηγή ενέργειας τον ήλιο), ενώ ο ηλεκτρικός βαθμός ενεργειακής απόδοσης τους είναι EER = 7 - 10, ανάλογα με τον τύπο της αντλίας θερμότητας.
- Εγκατάσταση αντλιών ψύξης / θέρμανσης με αξιοποίηση του θαλασσινού νερού στο πύργο ψύξης. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν ως πηγή θερμότητας το θαλασσινό ή υφάλμυρο νερό που έχει σχεδόν σταθερή θερμοκρασία ανά εποχή. Παρουσιάζουν επιδόσεις COP ≥ 4,5 και EER ≥ 4,0.

Ενδεικτικές επεμβάσεις αναβάθμισης και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου με βελτίωση ή αντικατάσταση των Η/Μ συστημάτων, είναι οι εξής:

- Χρήση Η/Μ συστημάτων υψηλής θερμικής απόδοσης (λέβητες, ψυκτικά μηχανήματα, φωτιστικά κ.ά.) για περιορισμό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.
- Χρήση πολυβάθμιων Η/Μ συστημάτων για θέρμανση και ψύξη, προκειμένου για την κάλυψη των μερικών φορτίων σε υψηλές αποδόσεις.
- Σχεδιασμός του συστήματος θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, με βάση τις απαιτήσεις των επιμέρους θερμικών ζωνών του κτηρίου, όπως διαφοροποιούνται ανάλογα τον προσανατολισμό, τα εσωτερικά κέρδη και το προφίλ λειτουργίας.
- Χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας κτηρίου (BEMS). Οι θερμοστάτες και χρονοδιακόπτες ελέγχου είναι ιδιαίτερα αποδοτικός εξοπλισμός.
- Χρήση συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας / ψύξης, ιδιαίτερα στα κτήρια του τριτογενούς τομέα με μεγάλα θερμικά φορτία.

Ο επιθεωρητής πριν προβεί στις συστάσεις και προτάσεις για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, ενημερώνεται από τον αρμόδιο υπεύθυνο του κτηρίου για τυχόν επιπλέον προβλήματα που αντιμετωπίζει το κτήριο σχετικά με την λειτουργία του.

Συγκεκριμένα, ο επιθεωρητής πρέπει να λαμβάνει υπόψη του:

- Τις προγραμματισμένες και αναγκαίες συντηρήσεις που πρέπει να εφαρμοστούν στις εγκαταστάσεις του κτηρίου.
- Τις επεμβάσεις αναβάθμισης των εγκαταστάσεων του κτηρίου, που έχουν ήδη εφαρμοστεί.
- Τις επεμβάσεις αναβάθμισης λόγω λειτουργικών προβλημάτων ή γήρανσης των εγκαταστάσεων του κτηρίου, που πρέπει να γίνουν ή/και που έχουν προγραμματιστεί να γίνουν από τους υπεύθυνους του κτηρίου.

Οι βασικές αναγκαίες συντηρήσεις και αναβαθμίσεις που εφαρμόζονται σε ένα κτήριο για την διατήρηση της βέλτιστης λειτουργία του είναι:

- Η τακτική επισκευή τυχόν ζημιών ή φθορών στο κτηριακό κέλυφος του κτηρίου, π.χ. αποκατάσταση εξωτερικού επιχρίσματος κτηριακού κελύφους, βάψιμο εξωτερικών επιφανειών κελύφους, στεγανοποίηση ανοιγμάτων κ.ά.
- Η πρόβλεψη για επαρκή σκίαση των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων.
- Ο ετήσιος έλεγχος και συντήρηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού του κτηρίου (λέβητες, ψυκτικά μηχανήματα, τερματικές μονάδες, δίκτυα διανομής κ.ά.)
- Ο τακτικός έλεγχος των συστημάτων φωτισμού, όπως καθαρισμός λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων, αντικατάσταση λαμπτήρων σε υπολειτουργία (χαμηλή φωτιστική απόδοση) κ.ά.
- Ο έλεγχος και η βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών λειτουργίας του κτηρίου (π.χ. θερμοκρασία και σχετική υγρασία του αέρα) λαμβανομένων υπόψη των επιθυμιών των χρηστών του κτηρίου.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ανδρουτσόπουλος Α., Κορωνάκη Ε., Πολυμενόπουλος Γ., «Παράμετροι επίδρασης της ενεργειακής απόδοσης δομικών προϊόντων στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια», Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων Μηχανικών (ΠΣΔΜΗ), Αθήνα, 16-18 Μαΐου 2007.
2. Αραβαντινός Δ., «Το φράγμα υδρατμών στην εξωτερική τοιχοποιία», «Τεχνικά Χρονικά - Επιστημονική Έκδοση Τ.Ε.Ε.», περιοχή Ι, ISSN 1106-4935, τόμος 15, τεύχος 1-3, σελ. 45-58, Ιανουάριος-Δεκέμβριος 1995.
3. Αραβαντινός Δ., «Η θερμομόνωση των κτηρίων και τα θερμομονωτικά υλικά», διδακτικό εγχειρίδιο για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Οικοδομική ΙΙ», Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2009.
4. Αραβαντινός Δ., «Υγροπροστασία κτηρίων», διδακτικό εγχειρίδιο για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Οικοδομική ΙΙ», Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2007.
5. Βαζαίος, Ε. «Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας – Υπολογισμός και Σχεδίαση Συστημάτων». Γ' έκδοση, Αθήνα, 1987.
6. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 6946 (Ε2):2009. Κτηριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού.
7. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 10077-2:2004. Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξώφυλλων - Υπολογισμός θερμικής αγωγιμότητας - Μέρος 2: Υπολογιστική μέθοδος για πλαίσια
8. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 10211:2009. Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί.
9. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13370 (Ε2):2009. Θερμική επίδοση κτηρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού.
10. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13786 (Ε2):2009. Θερμική επίδοση κτιριακών μερών - Δυναμικά θερμικά χαρακτηριστικά - Μέθοδοι υπολογισμού.
11. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13789 (Ε2):2009. Θερμική επίδοση κτηρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού.
12. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 (Ε2):2009. Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.
13. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 14683:2009. Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.
14. ΕΣΥΕ «Αποτελέσματα Απογραφής Οικοδομών-Κτηρίων της 1ης Δεκεμβρίου 1990». Εθνική Στατιστικής Υπηρεσία της Ελλάδος, Αθήνα, 2000.
15. Κακάτσιος Κ. Ξ.., «Μεταφορά Θερμότητας Ι». Εκδόσεις ΣΥΜΕΩΝ Ο.Ε., Αθήνα, 1994.
16. Καλύβας Γ., «Θερμικές γεφυρώσεις και συμπυκνώσεις υδρατμών στα στοιχεία εξωτερικού κελύφους κτηρίου», «Τεχνικά Χρονικά», Ιανουάριος 1998, σελ. 88-143.
17. Μαλαχίας Γ. «Κεντρικές θερμάνσεις με Μονοσωλήνιο Σύστημα». Εκδόσεις ΙΩΝ, Έκδοση 2η, Αθήνα, 2001.
18. Λάσκος Κωνσταντίνος, Αξαρλή Κλειώ, «Εφαρμογή του προτύπου ΕΝ ISO 13790 για τον υπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση και ψύξη κτηρίου με χρήση προγραμμάτων δυναμικής προσομοίωσης», 9ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Πάφος 26-27 Μαρτίου 2009.
19. Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν., «Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας σε δημόσια κτήρια». Βιβλίο - προϊόν ερευνητικού προγράμματος SAVE, Ευρωπαϊκή Επιτροπή - XVII Γενική Διεύθυνση Ενέργειας, Θεσσαλονίκη, 1996.

20. Μπαλαράς Κ.Α. «Οδηγός για Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Κατοικίες».Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Δ/νση Οικιστικής Πολιτικής Κατοικίας, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ISBN 960-87905-0-6), Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη (ISBN 960-85711-4-6), Αθήνα, 2001.
21. Μπαλαράς Κ.Α., Αργυρίου Α.Α., Καραγιάννης Φ. «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας» Εκδόσεις Σέλκα-4Μ Τεκδοτική (ISBN 960-8257-23-9), Αθήνα, 2006.
22. Μπαλαράς Κ., Γαγλία Α.. «Εξοικονόμηση Ενέργειας – Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων, Εφαρμογή Ευρωπαϊκών Μεθοδολογιών & Λογισμικών Βελτίωσης της Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτηρίων». Σύνταξη εκπαιδευτικού υλικού στα πλαίσια του επιχειρησιακού προγράμματος «Εκπαίδευση Μηχανικών σε Τεχνολογίες Πληροφορικής & Επικοινωνιών - Κοινωνία της Πληροφορίας», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα, 2009.
23. Σελλούντος Β.Η. «Θέρμανση - Κλιματισμός, Μελέτη, κατασκευή, εγκαταστάσεις, υλικά, δίκτυα, εξοπλισμός». Εκδόσεις Σέλκα - 4Μ (ISBN 960-8257-05-0), Αθήνα, 2002.
24. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου - ζεστού νερού». ΦΕΚ 843Β/16-11-88, Έκδοση Δ΄.
25. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2412/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Αποχετεύσεις». ΦΕΚ 177/Β/31-3-88, Έκδοση Ε΄.
26. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 – Μέρος 1/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων». ΦΕΚ 67/Β/4-2-88, Έκδοση Δ΄.
27. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 - Μέρος 2/86 Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων. ΦΕΚ 148/Β/17-3-88, Έκδοση Δ΄.
28. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Κλιματισμός κτηριακών χώρων». ΦΕΚ 177/Β/31-3/88, Έκδοση Γ΄.
29. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων». Έκδοση Ε΄.
30. Υπ.Αν. - Κοινοτικό πλαίσιο στήριξης 3ο (2003-2006). Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα, μέτρο 6.5: «Προώθηση συστημάτων Α.Π.Ε., συμπαραγωγής στο ενεργειακό σύστημα της χώρας - Εξοικονόμηση ενέργειας». Οδηγός ενεργειακών επενδύσεων, Αθήνα, Ιούλιος 2005.
31. Φ.Ε.Κ. Β΄ 407 / 9-4-2010, απόφαση Δ6/Β/οικ.5825 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων».
32. Φ.Ε.Κ. 85, νόμος 3851/4-6-2010, «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής».
33. Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)», ΕΕ L.153, 18.6.2010.
34. Φ.Ε.Κ. Α’ 42, νόμος 4122/19-02-2013. «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».
35. Φ.Ε.Κ. 362 Δ΄. «Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων - Κ.Θ.Κ.», Π.Δ. της 1.6/4.7.1979.
36. Φ.Ε.Κ. Α' 210, νόμος 1577/1985, «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με το νόμο 2831/2000, ΦΕΚ Α΄ 140.
37. Φ.Ε.Κ. Δ’ 59, απόφαση 3046/304/1989 του αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων «Κτηριοδομικός Κανονισμός».
38. Φ.Ε.Κ. Β΄ 880, απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

21475/4707/30-7-1998, «Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων».

39. Φ.Ε.Κ. Β' 1526, απόφαση των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων Δ6/Β/11038/8-7-1999, «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων».
40. Recknagel – Spreoger, «Θέρμανση και Κλιματισμός». Εκδότης Μ. Γκιούρδας, Αθήνα 1980.
41. Schild E., Oswald R., Rogier D., Schweikert H., Schnapauff V., «Ευπαθή σημεία. Πρόληψη και αντιμετώπιση κατασκευαστικών λαθών», 5 τόμοι, ελληνική μετάφραση από τη γερμανική έκδοση, 2η έκδοση, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1982.
42. Wendehorst R., «Δομικά υλικά», ελληνική μετάφραση από τη γερμανική έκδοση. 21η έκδοση. Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1981.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

43. ASHRAE Handbook «Fundamentals». American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2009.
44. ASHRAE Handbook «HVAC-Systems and Equipment». American Society of Heating Refrigeration and Air- Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2008.
45. ASHRAE Green Guide (3rd edition). The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings. American Society of Heating Refrigeration and Air- Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2010.
46. ASHRAE Standard 55:2004, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
47. ASHRAE Standard 62.1:2007, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
48. Avdelidis N.P, Kauppinen T.K., “Thermography as a tool for building applications and diagnostics”, Vol. 6939, SPIE Publ., 2008.
49. Balaras C.A., Argiriou A.A., Infrared Thermography for Building Diagnostics. Energy & Buildings, 34, 171-183, 2002.
50. Balaras C.A., Gaglia A.G., Georgopoulou E., Mirasgedis S., Sarafidis Y., Lalas D. P. «European Residential Buildings and Empirical Assessment of the Hellenic Building Stock, Energy Consumption, Emissions & Potential Energy Savings». Building and Environment, 42/3, 1298-1314, 2007.
51. CIBSE - Guide A: Environmental design. The Chartered Institution of Building Services Engineers, UK, 2006.
52. Duffie A John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.
53. EN ISO 10077-1:2006. Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1: General.
54. EN ISO 10456:2007/AC:2009. Building materials and products - Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values - Technical Corrigendum 1.
55. Gaglia A.G., Balaras C.A., Mirasgedis S., Georgopoulou E., Sarafidis Y., Lalas D. P. «Empirical Assessment of the Hellenic Non-Residential Buildings, Energy Consumption, Emissions & Potential Energy Savings». Energy Conversion and Management, 48/4, 1160-1175, 2007.

56. DIN V 18599:2005: "Energy efficiency of buildings — Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting".
57. DIN 4108: «Wärmeschutz im Hochbau», Teil 5, Deutsche Norm, 2002.
58. ISO 9050:2003: "Glass in building - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors".
59. Theodosiou Theodore, Chrisomallidou Niobe. «Shading and solar availability in the Urban Environment». Int. Conference on Passive and Low Energy Architecture, 13-16/11/2005, Beirut, Lebanon.
60. Theodosiou T.G., Papadopoulos A.M., «The impact of thermal bridges on the energy demand of buildings with double brick wall constructions». Energy and Buildings, Vol.40, 2008, pp. 2083-2089.
61. Tsikaloudaki Ekaterini: «The contribution of the glazing type to the achievement of comfort in interior spaces in the region of Thessaloniki, Greece». Int. Conference proceedings «Glass Processing Days 2001», Tampere, Finland, 18-21.06.2001, pp. 199-203.
62. Tsikaloudaki, K.: «A study on integrating efficient shading devices in office buildings». Lighting Engineering Journal, Vol. 7, (15), 2005, pp. 33-39.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας- ΤΕΕ: **www.tee.gr**
Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ΥΠΕΚΑ: **www.ypeka.gr**
Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης ΕΛΟΤ: **www.elot.gr**
Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ: **www.cres.gr**
Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας- ΙΕΠΒΑ- Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών: **www.energycon.org**

European Renewable Energy Council EREC - **www.erec-renewables.org**
EV World - **http://evworld.com**
USA Department of Energy: **http://www1.eere.energy.gov/buildings/ssl/efficacy.html**
Υ.Πε.Χω.Δ.Ε. Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στις Κατοικίες:
http://www.minenv.gr/4/47/00_4701/odigos_katoikion.pdf
Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη: **http://www.evonymos.org/greek/index.asp?parentid=325**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – Υ.Π.Ε.Κ.Α.
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010

ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ

Β΄ έκδοση

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

Η ομάδα εργασίας που συνέταξε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

Ονοματεπώνυμο	Ειδικότητα
ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, M.Sc.
ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ	Αρχιτέκτονας Μηχανικός, M.Sc.
ΛΑΣΚΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Πολιτικός Μηχανικός
ΤΣΙΚΑΛΟΥΔΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Συνεργάστηκαν

Ονοματεπώνυμο	Ειδικότητα
ΑΒΔΕΛΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Δρ. Μηχανικός Υλικών
ΑΞΑΡΛΗ ΚΛΕΙΩ	Δρ. Αρχιτέκτονας Μηχανικός
ΑΡΓΥΡΙΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	Δρ. Φυσικός
ΓΡΑΨΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Αρχιτέκτονας Μηχανικός, MPhil
ΔΗΜΟΥΔΗ ΑΡΓΥΡΩ	Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
ΗΛΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΚΟΥΗ ΜΑΡΙΑ	Δρ. Χημικός Μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η Χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους Πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία, σύμφωνα με τον Νόμο 3661/2008.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή του Νόμου υπήρξε η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το Προεδρικό Διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των Ενεργειακών Επιθεωρητών των Κτηρίων.

Η προσπάθεια έκδοσής τους διήρκησε συνολικά τρία χρόνια και έχει πια ολοκληρωθεί. Σε αυτήν τη μακρά πορεία δοκιμάστηκαν πολλά διαφορετικά μοντέλα επιστημονικής μεθοδολογίας και άλλαξαν αμέτρητες φορές οι επιμέρους διατάξεις. Είναι αξιοσημείωτη η μεγάλη καθυστέρηση, ενώ η Χώρα, αρκετά χρόνια πριν την έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας, είχε ανενεργή πλήρη πρόταση και κανονισμό (ΚΟΧΕΕ).

Το ΤΕΕ, ως τεχνικός Σύμβουλος της Πολιτείας και εκπροσωπώντας τα 106.000 πλέον Μέλη του, συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κ.Εν.Α.Κ και των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Για τον λόγο αυτόν, ενεργοποίησε πάνω από εκατό επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων οι οποίοι ανέπτυξαν και ολοκλήρωσαν τις παραπάνω οδηγίες και έθεσαν τις βάσεις, ώστε τα οφέλη του εγχειρήματος εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πολλαπλά, δηλαδή

- να είναι η ενεργειακή επιθεώρηση μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος και όχι μια γραφειοκρατική, τυπική διαδικασία και
- να αλλάξει η ενεργειακή μελέτη τις ως σήμερα διακριτές μελέτες αρχιτεκτονικών, στατικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και να εισαγάγει στην εκπόνηση των μελετών την ουσιαστική συνεργασία και το κοινό σχεδιασμό, τη συμφιλίωση, δηλαδή, της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την τεχνολογία.

Αξίζει να επισημανθεί η καινοτομία εισαγωγής της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής Κτηρίων, μέσω του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ, στο σχεδιασμό των κτηρίων μας.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή και κυρίως εθελοντική εργασία συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ξεχωρίσω τη συμβολή των παρακάτω συναδέλφων, τους οποίους και αναφέρω αλφαβητικά:

- Γαγλία Αθηνά, ΜΜ, που καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής του ΤΕΕ κατέβαλε υπεράνθρωπες προσπάθειες
- Γιδάκου Λία, ΧΜ, στέλεχος του ΥΠΕΚΑ που στήριξε πολύπλευρα την προσπάθεια του ΤΕΕ
- Ευθυμιάδη Απόστολο, ΜΜ, και την Επιτροπή Κ.Εν.Α.Κ του ΤΕΕ, που εισήγαγαν και στήριξαν τη μέθοδο του κτηρίου αναφοράς
- Λάσκο Κώστα, ΠΜ
- Μαντά Δημήτρη, ΜΜ
- Μπαλαρά Κωνσταντίνο, ΜΜ, Διευθυντή Ερευνών Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών

και

- τον Αραβαντινό Δημήτρη, Αναπληρωτή Καθηγητή του ΑΠΘ,
- τα στελέχη του ΚΑΠΕ,

- τα στελέχη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το ΤΕΕ, υπερήφανο για την έως σήμερα συμβολή του, δεσμεύεται για τη συνέχιση της έκδοσης νέων ΤΟΤΕΕ και την αναβάθμιση των υπαρχόντων.

Το εγχείρημα της εξοικονόμησης ενέργειας, του μεγαλύτερου εγχώριου ενεργειακού κοιτάσματος της χώρας μας, μπορεί να αποτελέσει την αιχμή της προσπάθειάς μας για την ανάταξη του περιβάλλοντος για την αναβάθμιση των φυσικών και τεχνητών συνθηκών της ποιότητας της ζωής μας, για μια νέα παραγωγική δομή, για την ανάπτυξη της χώρας μας.

Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ

Χρήστος Σπίρτζης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΩΝ

Συμβολισμοί

Σύμβολα	Μονάδες	Ερμηνεία
A	[m^2]	εμβαδό, επιφάνεια,
b	[–]	μειωτικός συντελεστής,
B'	[m]	χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας,
c	[J(kg·K)]	ειδική θερμοχωρητικότητα,
d	[m]	πάχος,
h	[m]	ύψος,
ℓ	[m]	μήκος,
n, ν	[–]	πλήθος,
R	[(m^2·K)/W]	θερμική αντίσταση,
U	[W/(m^2·K)]	συντελεστής θερμοπερατότητας,
V	[m^3]	όγκος,
z	[m]	βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους,
ε	[–]	ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (εκπεμπτικότητα),
θ	[K ή °C]	θερμοκρασία,
λ	[W/(m·K)]	συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας,
μ	[–]	συντελεστής αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών,
Π	[m]	περίμετρος,
Ψ	[W/(m·K)]	συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας,
ρ	[kg/m^3]	πυκνότητα.

Δείκτες

Σύμβολα	Ερμηνεία
A	αέρας,
a, α	εξωτερικό περιβάλλον,
B	έδαφος,
cw	τοιχοπέτασμα – υαλοπέτασμα,
dp	ορθοστάτης,
e	επιφανειακός,
F	δάπεδο,
FA	δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή),
FB	δάπεδο σε επαφή με το έδαφος,
FU	δάπεδο σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους,
f	πλαίσιο κουφώματος,
g	υαλοπίνακας κουφώματος,
gf	γυάλινες προσόψεις,
i	εσωτερικό περιβάλλον,
iu	δομικό στοιχείο που διαχωρίζει το θερμαινόμενο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
m	μέση τιμή,
n, ν	πλήθος,
p	πέτασμα κουφώματος,

R	εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή),
RU	οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη,
T	εξωτερικός τοίχος,
TB	εξωτερικός τοίχος σε επαφή με το έδαφος,
tr	τραβέρσα,
TU	εξωτερικός τοίχος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο,
u, U	μη θερμαινόμενος χώρος,
W	κούφωμα,
'	ισοδύναμος,
δ	διάκενο,
Λ	θερμοδιαφυγή ενός δομικού στοιχείου,
ολ.	σύνολο.

Μεγέθη

Σύμβολα	Μονάδες	Ερμηνεία
A	[m^2]	το εμβαδό μιας επιφάνειας,
A_{dp}	[m^2]	το εμβαδό του ορθοστάτη του πλαισίου του τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος,
A_f	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου ενός κουφώματος,
A_g	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα ενός κουφώματος ή ενός τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος
A_{iu}	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο χώρο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο,
A_p	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος ενός κουφώματος,
A_{tr}	[m^2]	το εμβαδό της τραβέρσας του πλαισίου του τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος,
A_{ua}	[m^2]	το εμβαδό επιφάνειας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
b	[–]	μειωτικός συντελεστής,
B'	[m]	η χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας,
b_u	[–]	ο μειωτικός συντελεστής για την απομείωση της υπολογισθείσας ροής θερμότητας μέσω του διαχωριστικού δομικού στοιχείου μεταξύ ενός θερμαινόμενου και ενός μη θερμαινόμενου χώρου,
c	[J(kg·K)]	ειδική θερμοχωρητικότητα,
$c_{αέρα}$	[J/(m^3·K)]	θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου,
d	[m]	πάχος,
h	[m]	το ύψος ενός δομικού στοιχείου,
ℓ	[m]	το μήκος μιας θερμογέφυρας,
$\ell_{dp, g}$	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του ορθοστάτη του πλαισίου και του υαλοπίνακα πλήρωσης,
$\ell_{dp, f}$	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του ορθοστάτη του πλαισίου και του κουφώματος,
ℓ_g	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του υαλοπίνακα και του πλαισίου του κουφώματος,

ℓ_p	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του πετάσματος και του πλαισίου του κουφώματος (στη θέση της τραβέρσας ή του ορθοστάτη),
$\ell_{tr,\ g}$	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ της τραβέρσας του πλαισίου και του υαλοπίνακα πλήρωσης,
$\ell_{tr,\ f}$	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) στη συναρμογή τραβέρσας πλαισίου και κουφώματος,
n_u	[–]	το πλήθος εναλλαγών αέρα στο μη θερμαινόμενο χώρο ανά ώρα,
R	[(m²·K)/W]	η θερμική αντίσταση,
R_a	[(m²·K)/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον,
R_{RU}	[(m²·K)/W]	η θερμική αντίσταση οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη,
R_i	[(m²·K)/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
$R_δ$	[(m²·K)/W]	η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, όταν ο αέρας δεν επικοινωνεί με το εξ. περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,
$R_Λ$	[(m²·K)/W]	η θερμική αντίσταση του συνόλου των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου (αντίσταση θερμοδιαφυγής),
$R_{ολ.}$	[(m²·K)/W]	η συνολική θερμική αντίσταση δομικού στοιχείου,
U	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας,
U_{dp}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ορθοστατών του πετάσματος ενός κουφώματος,
U_F	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
U_{FB}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με το έδαφος,
U_{FB}'	[W/(m²·K)]	ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας μιας πλάκας που εδράζεται στο έδαφος ή βρίσκεται σε βάθος z από την τελική στάθμη του εδάφους,
U_{FA}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτής),
U_{FU}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους,
U_g	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα του κουφώματος,
U_{gf}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας γυάλινων προσόψεων,
U_{iu}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
U_m	[W/(m²·K)]	η μέση τιμή συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου,
U_p	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος ενός κουφώματος,
U_R	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής οριζόντιας ή κεκλιμένης επιφάνειας σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφής),
U_{RU}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη,
U_{TA}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας τοιχοποιίας σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα,

U_{TB}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικών τοίχων σε επαφή με το έδαφος,
U_{tr}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας των τραβερσών ενός κουφώματος,
U_{TU}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο,
U_{ua}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
U_W	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος,
$U_{W,i}$	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας εσωτερικού κουφώματος στην περίπτωση του διπλού κουφώματος,
$U_{W,a}$	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού κουφώματος στην περίπτωση του διπλού κουφώματος,
V_u	[m³]	ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,
z	[m]	το βάθος έδρασης δομικού στοιχείου κάτω από την επιφάνεια του εδάφους,
ε	[–]	η ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (εκπεμπτικότητα),
$θ_a$	[°C]	η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα,
$θ_i$	[°C]	η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα (του εξωτερικού περιβάλλοντος),
λ	[W/(m·K)]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας,
λ΄	[W/(m·K)]	ο ισοδύναμος συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας τοιχοποιίας,
μ	[–]	ο συντελεστής αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών,
Π	[m]	η περίμετρος ενός οριζόντιου δομικού στοιχείου που πατά επάνω στο έδαφος,
Ψ	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας,
$Ψ_g$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα ενός κουφώματος,
$Ψ_{fg}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και υαλοπίνακα,
$Ψ_{dp, g}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή ορθοστάτη και υαλοπίνακα,
$Ψ_{tr, g}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή τραβέρσας και υαλοπίνακα,
$Ψ_{dp, f}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και ορθοστάτη,
$Ψ_{tr, f}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και τραβέρσας,
$Ψ_p$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και πετάσματος,
ρ	[kg/m³]	η πυκνότητα ενός υλικού.

Αντιστοιχία συμβόλων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. με σύμβολα του Κ.Εν.Α.Κ.

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.	Κ.Εν.Α.Κ.	Ερμηνεία
A	F	εμβαδό,
U_R	U_D	ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής οριζόντιας ή κεκλιμένης επιφάνειας σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφής),
U_{TA}	U_W	ο συντελεστής θερμοπερατότητας τοιχοποιίας σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα,
U_{FA}	U_{DL}	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτής),
U_{FB}	U_G	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με το έδαφος,
U_{FU}	U_G	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους,
U_{TB}	U_{WE}	ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου σε επαφή με το έδαφος,
U_{TU}	U_{WE}	ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο,
U_W	U_F	ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος,
	U_{GF}	ο συντελεστής θερμοπερατότητας γυάλινης πρόσοψης κτηρίου, μη ανοιγόμενης ή μερικώς ανοιγόμενης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός αυτής της τεχνικής οδηγίας είναι ο προσδιορισμός των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των υλικών και των δομικών στοιχείων, καθώς και ο καθορισμός της μεθοδολογίας για τον έλεγχο της θερμικής επάρκειας του κτηριακού κελύφους τόσο ως προς τα επί μέρους διαφανή και αδιαφανή στοιχεία του, όσο και στο σύνολό του.

Με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων των κτηριακών κατασκευών επιδιώκεται ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και η επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό των κτηρίων με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, κατά μεν τη χειμερινή (ψυχρή) περίοδο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, κατά δε τη θερινή (θερμή) περίοδο περιορίζεται η υπερθέρμανση λόγω θερμικών προσόδων από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ταυτόχρονα όμως με τη θερμομονωτική προστασία των κτηρίων ελαχιστοποιείται και ο κίνδυνος εκδήλωσης του φαινομένου της επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) και προστατεύονται οι κατασκευές από φαινόμενα υγρασίας του εσωτερικού χώρου.

Σε γενικότερο επίπεδο περιορίζεται η απαίτηση για κατανάλωση ενέργειας και κατά συνέπεια μειώνεται η κατανάλωση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος από την παραγωγή αέριων ρύπων.

Η απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των κτηριακών κατασκευών που επιβάλλει ο Κ.Εν.Α.Κ. συμβάλλει προς αυτήν την κατεύθυνση, αξιολογώντας την επάρκεια της θερμομονωτικής προστασίας του κτηρίου διττώς:

- με τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας των επί μέρους δομικών στοιχείων,
- με τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηριακού κελύφους στο σύνολό του.

Σ' αυτήν την τεχνική οδηγία παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία αυτού του διπλού ελέγχου θερμομονωτικής προστασίας του κτηρίου αφενός με τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας U κάθε επί μέρους δομικού στοιχείου και αφετέρου με τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή U_m του συνόλου του κτηριακού κελύφους.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία οφείλει να εφαρμόζεται σε κάθε νεοανεγειρόμενο κτήριο, καθώς και σε κάθε υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά σύμφωνα με το άρθρο 7 του Κ.Εν.Α.Κ. και σύμφωνα με τα άρθρα 6 και 7 του ν. 4122/2013.

Στην οδηγία δίδονται επίσης σε πίνακες οι τιμές των διαφόρων μεγεθών και συντελεστών που υπεισέρχονται στα διαδοχικά στάδια του υπολογισμού.

Τόσο οι τιμές των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των υλικών και όλων των επί μέρους παραμέτρων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό, όσο και η μεθοδολογία εκτίμησης όλων των παραπάνω μεγεθών στηρίζονται σε διεθνή πρότυπα.

Ειδικότερα, σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μεθοδολογία της ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος και βασίζεται στα ευρωπαϊκά πρότυπα, όπως αυτά ισχύουν και δίνονται στον παρακάτω πίνακα 1.

Πίνακας 1. *Ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν στη σύνταξη αυτής της οδηγίας.*

Αριθμός	**Τίτλος**	**Περιεχόμενο**
ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.	Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης του κτηριακού κελύφους με τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος.
ΕΛΟΤ EN ISO 13789 E2 (2009)	Θερμική επίδοση κτηρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού.	Υπολογισμός των απωλειών θερμότητας κτηρίου προς το περιβάλλον μέσω των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, καθώς και μέσω του αερισμού του κτηρίου (διείσδυσης αέρα, φυσικού ή μηχανικού αερισμού).
ΕΛΟΤ EN ISO 6946 E2 (2009)	Κτηριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 13370 E2 (2009)	Θερμικές επιδόσεις κτηρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 14683 (2009)	Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.	
ΕΛΟΤ EN ISO 10211 (2009)	Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί.	
EN ISO 10077-1 (2006)	Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξωφύλλων - Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης - Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος.	
ΕΛΟΤ EN 13947 (2007)	Θερμική επίδοση τοιχοπετασμάτων - Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης.	

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1. Στάδια ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας

Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου αποτελεί το πρώτο βήμα της ενεργειακής μελέτης. Υπολογίζει τις ανταλλαγές θερμότητας του κτηρίου με το περιβάλλον μέσω αγωγιμότητας και συναγωγής και εξετάζει αν αυτές περιορίζονται μέσα σε συγκεκριμένα όρια.

Ειδικότερα, ο έλεγχος γίνεται με βάση το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) σε δύο στάδια:

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτηρίου. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{εξεταζ.}$ αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων.
  Πρέπει, δηλαδή να ισχύει:

$$U_{εξεταζ.} \leq U_{max} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (1.1.)$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτηρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου (U_m) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτήριο ($U_{m,\ max}$), αυτού εντασσομένου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ($U_{m,\ max}$) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου (κατακόρυφων και οριζόντιων) προς τον όγκο του (A/V).
  Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,\ max} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (1.2.)$$

Η ικανοποίηση αυτών των δύο ελέγχων αποτελεί προϋπόθεση για τα επόμενα βήματα της ενεργειακής μελέτης, όπως αυτά αναλυτικά περιγράφονται στην τεχνική οδηγία «*Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης*».

Σε περίπτωση πάντως που κατά την εφαρμογή της ενεργειακής μελέτης χρησιμοποιηθούν υλικά διαφορετικά από τα προδιαγεγραμμένα στη μελέτη, οφείλει να υποβληθεί νέα διορθωτική ενεργειακή μελέτη με τα χρησιμοποιηθέντα υλικά.

1.2. Βασικές σχέσεις

Κατά απλοποιητική παραδοχή η ροή θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου αντιμετωπίζεται ως μονοδιάστατο μέγεθος και με διεύθυνση κάθετη προς την επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου. Οι ανταλλαγές θερμότητας θεωρούνται επίσης ανεξάρτητες από το χρόνο (στάσιμη κατάσταση) και ανεπηρέαστες από εξωγενείς παράγοντες. Ομοίως όλα τα δομικά υλικά θεωρούνται κατά παραδοχή ομογενή και ισότροπα, με σταθερά θερμοφυσικά χαρακτηριστικά και ανεπηρέαστα από τις μεταβολές της θερμοκρασίας.

Με βάση τα παραπάνω, η αντίσταση που προβάλλει μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο:

$$R = \frac{d}{\lambda} \qquad [m^2 \cdot K/W] \qquad (1.3.)$$

όπου: R [m²·K/W)] η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση,
d [m] το πάχος της στρώσης,
λ [W/(m·K)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης,

Το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων όλων των στρώσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζει την αντίσταση θερμοδιαφυγής ($R_Λ$) και προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης κατά τη γενικευμένη σχέση:

$$R_Λ = \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{λ_j} = \sum_{j}^{n} R_j \qquad [m^2·K/W] \qquad (1.4.)$$

Η σειρά των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου πρακτικά δεν επηρεάζει τη ροή θερμότητας μέσω αυτού, επηρεάζει όμως την αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητάς τους.

- Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εσωτερική επιφάνεια περιορίζει τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου, δηλαδή την ικανότητά του να αποθηκεύει θερμότητα στη μάζα του.
- Αντίθετα, η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εξωτερική επιφάνεια επαυξάνει τη θερμοχωρητικότητά του.

Ωστόσο, η θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου επηρεάζεται καθοριστικά από τη μάζα του. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας. Στόχος είναι η αποθηκευόμενη ποσότητα θερμότητας να μπορεί να επαναποδοθεί στο εσωτερικό περιβάλλον του κτηρίου, όταν η θερμοκρασία του χώρου πέφτει σε χαμηλότερα επίπεδα από τη θερμοκρασία της μάζας του.

Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από το άθροισμα των αντιστάσεων των επί μέρους στρώσεων και των αντιστάσεων του στρώματος αέρα εκατέρωθεν των όψεών του κατά την εξίσωση:

$$R_{ολ} = R_i + R_1 + R_2 + ... + R_n + R_a \qquad [m^2·K/W] \qquad (1.5.)$$

όπου: $R_{ολ}$ [m²·K/W] η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο,
n [–] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
R_i [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
R_a [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι θερμικές απώλειες μέσω ενός δομικού στοιχείου ορίζονται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), που δίνει την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στις δύο όψεις του δομικού στοιχείου ισούται με τη μονάδα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ορίζεται από τη σχέση:

$$U = \frac{1}{R_{ολ.}} \qquad [W/(m^2·K)] \qquad (1.6.)$$

ή, σύμφωνα και με τη σχέση 1.5., στη γενική της έκφραση θα είναι:

$$\frac{1}{U} = R_i + \sum_{j=1}^{n} R_j + R_a \qquad [m^2 \cdot K/W] \qquad (1.7.)$$

όπου: U $[W/(m^2 \cdot K)]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,

n [–] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

R_i $[m^2 \cdot K/W]$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

R_a $[m^2 \cdot K/W]$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Καθώς ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξαρτάται από τα πάχη των στρώσεων του δομικού στοιχείου και από τη συναγωγή που παρουσιάζει με τα στρώματα αέρα εκατέρωθεν των όψεών του, αύξηση η μείωση του πάχους μιας στρώσης του υλικού επηρεάζει το συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Κατά τον έλεγχο του πρώτου σταδίου θα πρέπει να εξετασθούν ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτηρίου, διαφανή και αδιαφανή.

Ειδικότερα, οφείλουν να είναι θερμομονωμένα και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια όλα τα δομικά στοιχεία του κελύφους που περικλείουν τη θεωρούμενη ως θερμαινόμενη περιοχή του κτηρίου, όπως αυτή περιγράφεται στην παράγραφο 2.1.4.

Είναι σκόπιμο, χωρίς ωστόσο αυτό να αποτελεί υποχρέωση, να είναι θερμομονωμένα και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν μεταξύ τους δύο διαφορετικά διαμερίσματα του ιδίου κτηρίου ή χώρους με διαφορετική χρήση ή χώρους με διαφορετικά ωράρια λειτουργίας.

2.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), αυτού οριζομένου από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου στη θεωρούμενη κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνειά του ροή θερμότητος μέσω αυτού και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι εκατέρωθεν των όψεών του στρώσεις αέρα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου n στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.1.)$$

όπου:

όπου:	U	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,
	n	[–]	το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
	d	[m]	το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,
	λ	[W/(m·K)]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,
	R_δ	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,
	R_i	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
	R_a	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου, αναλόγως της θέσης του στο κτήριο, θα πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής, όπως αυτή ορίζεται στον πίνακα 6 για κάθε κλιματική ζώνη του ελλαδικού χώρου. Εάν η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη, θα πρέπει ο έλεγχος να επαναληφθεί, αφού προηγουμένως βελτιωθούν τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου:

– με ενδεχόμενη αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης,

– με αντικατάσταση του θερμομονωτικού υλικού με άλλο (ενδεχομένως και των υλικών άλλων στρώσεων) που θα έχει χαμηλότερη τιμή συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας,

ώστε να προκύπτει μικρότερη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U.

<u>Πίνακες τιμών</u>

- Στον πίνακα 2 δίδονται ενδεικτικές τιμές σχεδιασμού του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ διαφόρων δομικών προϊόντων.
- Για δομικά υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $λ \le 0{,}18$ W/(m·K),
  – εφόσον υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής του λ, που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος βάσει του προτύπου προδιαγραφής τους ή βάσει ευρωπαϊκής τεχνικής έγκρισης,
  – εφόσον δεν υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής λ του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα / εργαστηρίου.
  – για στρώση υλικού πάχους μικρότερου των 2 cm και $λ > 0{,}06$ W/(m·K) της οποίας η βασική λειτουργία δεν προορίζεται να παράσχει θερμομονωτική προστασία στο δομικό στοιχείο, μπορεί να γίνεται χρήση των ενδεικτικών τιμών του πίνακα.
- Για τις τοιχοποιίες (ενότητα 1.7. στον πίνακα 2) οι τιμές που αναγράφονται είναι ενδεικτικές και αναφέρονται στον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σχεδιασμού ($λ'_{σχεδιασμού}$) της τοιχοποιίας για ποσοστό υγρασίας 4% κατ’ όγκο. Η τιμή λ΄, συμπεριλαμβάνει στις θερμικές ιδιότητες της τοιχοποιίας την επίδραση συνδετικού κονιάματος πάχους 12 mm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $λ = 0{,}80$ W/(m·K).
- Για προϊόντα τοιχοποιίας με $λ'_{σχεδιασμού} \le 0{,}30$ W/(m·K),
  – εφόσον υπάρχει δεδηλωμένη τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, λ΄, που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος από τον κατασκευαστή βάσει της μεθοδολογίας του προτύπου EN 1745 (είτε από μετρήσεις είτε από χρήση υπολογιστικών εργαλείων προσομοίωσης είτε από χρήση πινακοποιημένων τιμών), αυτή θα προσαυξάνεται κατά 24% και θα λαμβάνεται ως $λ'_{σχεδιασμού}$,
  – εάν δίνεται από τον κατασκευαστή η τιμή $λ'_{σχεδιασμού}$, θα γίνεται απευθείας χρήση αυτής,
  – εάν ο κατασκευαστής δεν παρέχει την τιμή λ΄ αλλά την τιμή λ της μονάδας τοιχοποιίας (π.χ. της οπτοπλίνθου) θα ακολουθείται η μεθοδολογία που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.9.,
  – σε κάθε περίπτωση, όταν η τιμή λ΄ δίνεται από τον κατασκευαστή για συνδετικό κονίαμα με $λ < 0{,}80$ W/(m·K) η τιμή λ του συνδετικού κονιάματος θα λαμβάνεται από την ετικέτα σήμανσης CE του υλικού.
- Οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης των επιφανειακών στρωμάτων αέρα εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου λαμβάνονται από τον πίνακα 3 (πίνακα 3α ή πίνακα 3β).
- Η τιμή της θερμικής αντίστασης ($R_δ$) οριζόντιου ή κατακόρυφου στρώματος εγκλωβισμένου αέρα στο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου λαμβάνεται από τον πίνακα 4α. και ορίζεται για τις εξής περιπτώσεις:
  – Για θερμική αντίσταση του αέρα, όταν δεν υπάρχει σε καμία πλευρά του διακένου κάποια μεμβράνη χαμηλής εκπεμπτικότητας (απουσία ανακλαστικής επιφάνειας).
  – Για θερμική αντίσταση του αέρα, όταν υπάρχει στη μία πλευρά του διακένου μεμβράνη χαμηλής εκπεμπτικότητας (ύπαρξη ανακλαστικής επιφάνειας) με εκπεμπτικότητα (ε) ίση προς 0,05, 0,10 και 0,20.

Σημειώνεται ότι για τα κτήρια που ανεγείρονται ή ριζικώς ανακαινίζονται μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. είναι απαραίτητο για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής ταυτότητας, να προσκομισθούν στον ενεργειακό επιθεωρητή ως στοιχεία που διασφαλίζουν την ορθή τήρηση του κανονισμού:

– Η υπογεγραμμένη από το μηχανικό ενεργειακή μελέτη που κατατέθηκε στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας.
– Τα δελτία αποστολής των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη θερμομονωτική προστασία του κτηρίου κατά την ανέγερση ή ανακαίνισή του και στα οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφεται ο τύπος των υλικών και να συνοδεύονται από τα απαραίτητα πιστοποιητικά.

2.1.1. Κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου

Ο αέρας του διακένου ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου που δεν έρχεται σε επαφή με το εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου εξωτερικό περιβάλλον θεωρείται πρακτικά ακίνητος και λαμβάνει τιμές, όπως προαναφέρθηκε, από τον πίνακα 4α.

- Οι τιμές του πίνακα δίνονται για στρώση αέρα που ορίζεται μεταξύ δύο παράλληλων επιφανειών, οι οποίες είναι κάθετες στην κατεύθυνση της θερμικής ροής και υπό τις προϋποθέσεις ότι:
  – ο αέρας βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα στο δομικό στοιχείο, δηλαδή δεν έχει εναλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου,
  – η στρώση έχει πάχος μικρότερο του 1/10 εκάστης των άλλων δύο διαστάσεων και πάντως όχι μεγαλύτερο των 30 cm.
- Ως οριζόντια θεωρείται η θερμική ροή που παρουσιάζει απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο μέχρι ±30°.

Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα στην περίπτωση τοποθέτησης ανακλαστικής μεμβράνης στη μία πλευρά του διακένου έχει υπολογιστεί με βάση τη μεθοδολογία του προτύπου ISO 6946 (παράρτημα Β) για μέση τιμή θερμοκρασίας 10°C και διαφορά θερμοκρασίας κατά το πλάτος του διακένου ίση με 5°C. Θεωρήθηκε ότι η μία κατακόρυφη επιφάνεια του διακένου διαμορφώνεται από συμβατικά δομικά υλικά (π.χ. σκυρόδεμα ή οπτόπλινθους) με εκπεμπτικότητα ίση με $\varepsilon = 0{,}8$. Η εκπεμπτικότητα της ανακλαστικής μεμβράνης που εφαρμόζεται στη δεύτερη πλευρά του διακένου λήφθηκε διαδοχικά ίση με 0,05, 0,10 και 0,20, προκειμένου να καλύψει όλο το φάσμα των συγκεκριμένων υλικών που διατίθενται στην αγορά.

2.1.2. Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση

Στην περίπτωση τοποθέτησης θερμοανακλαστικής μόνωσης στο διάκενο, η θερμική αντίσταση R_δ λαμβάνεται ίση με την τιμή της θερμικής αντίστασης της θερμοανακλαστικής μόνωσης, η οποία παρέχεται από τον κατασκευαστή της και συνοδεύεται απαραίτητα από το σχετικό πιστοποιητικό από διαπιστευμένο εργαστήριο.

2.1.3. Διάκενο σε επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον

Όταν ο αέρας του διακένου επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον μιας των όψεων του δομικού στοιχείου μέσω οπών, σχισμών ή άλλου τύπου ανοιγμάτων, αδιαφόρως του μεγέθους αυτών των στοιχείων επικοινωνίας, τότε δεν θεωρείται ακίνητος αλλά ήπια κινούμενος και η προβαλλόμενη αντίσταση στη ροή θερμότητας θεωρείται ανάλογη αυτής που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στην εσωτερική όψη του δομικού στοιχείου και λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3α. Ισχύει δηλαδή:

$$R_\delta = R_i \qquad [m^2 \cdot K/W] \qquad (2.2.)$$

Ως προς τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου ισχύουν τα κάτωθι:

- Εάν το διάκενο έχει επικοινωνία με το εσωτερικό περιβάλλον, τότε οι αντιστάσεις των στρώσεων του δομικού στοιχείου μεταξύ του εσωτερικού περιβάλλοντος και του διακένου δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (U) και ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εσωτερική πλευρά θεωρείται αυτό του διακένου.
- Εάν το διάκενο έχει επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον, τότε δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου U οι αντιστάσεις των στρώσεων του δομικού στοιχείου μεταξύ του διακένου και του εξωτερικού περιβάλλοντος και ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εξωτερική πλευρά θεωρείται αυτό του διακένου (λαμβάνει όμως και πάλι –λόγω της θεωρούμενης ήπιας κίνησης του αέρα σ' αυτό– τιμές R_i και όχι R_a).
- Εάν το διάκενο έχει επικοινωνία τόσο με το εσωτερικό, όσο και με το εξωτερικό περιβάλλον, θεωρείται ότι το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν προσφέρει θερμομονωτική προστασία στο κτήριο.

Στα παθητικά συστήματα με οπές αερισμού (π.χ. τοίχο Trombe) η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του δομικού στοιχείου λαμβάνεται ίση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη για εξωτερικό τοίχο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα για την αντίστοιχη κλιματική ζώνη.

Σημειώνεται ακόμη ότι σε περιπτώσεις δικέλυφων τοιχοποιιών με διάκενο μεταξύ αυτών, εντός του οποίου σύρονται τα φύλλα συρόμενου κουφώματος, λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου U μόνο οι αντιστάσεις των στρώσεων του εσωτερικού κελύφους (δηλαδή οι αντιστάσεις των στρώσεων από τον εσωτερικό χώρο έως το διάκενο). Ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εξωτερική πλευρά θεωρείται τότε αυτό του διακένου (λαμβάνει όμως και πάλι –λόγω της θεωρούμενης ήπιας κίνησης του αέρα σ' αυτό– τιμές R_i και όχι R_a).

Για την αποτελεσματική θερμική προστασία του δομικού στοιχείου συνιστάται η θερμομονωτική στρώση να τοποθετηθεί στο εσωτερικό κέλυφος του κτηρίου και όχι στο εξωτερικό.

2.1.4. Δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενους χώρους

Ως μη θερμαινόμενος χώρος ορίζεται κάθε κλειστός χώρος που δεν θερμαίνεται και περιλαμβάνεται στον όγκο του κτηρίου ή βρίσκεται στην περίμετρό του. Ο μη θερμαινόμενος χώρος δεν συμπεριλαμβάνεται στο θερμομονωτικά προστατευόμενο όγκο του κτηρίου και εφόσον διαχωρίζεται από τους λοιπούς θερμαινόμενους χώρους με κοινά προς αυτούς δομικά στοιχεία, αυτά οφείλουν να θερμομονώνονται πλήρως και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού (πίνακας 6).

- Συνήθως μη θερμαινόμενοι χώροι είναι:
  - Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν θερμαίνονται.

- Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου ή σε επαφή με αυτό και δεν διαθέτουν θέρμανση.
- Οι κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων.
- Κάθε κλειστός χώρος που από τη φύση της λειτουργίας του δεν θερμαίνεται (π.χ. βιομηχανικά εργαστήρια).

• Θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, αδιαφόρως αν θερμαίνονται ή όχι, βοηθητικοί χώροι και μικρές αποθήκες που συνυπολογίζονται στον ωφέλιμο χώρο ενός διαμερίσματος και έχουν συνεχή χρήση στη λειτουργικότητα του κτηρίου.

• Ο χώρος της εισόδου μονοκατοικίας ή πολυκατοικίας, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δώμα, οι διάδρομοι πολυκατοικίας και γενικώς όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι μπορούν να θεωρηθούν είτε ως θερμαινόμενοι είτε ως μη θερμαινόμενοι οπότε:
  - στην πρώτη περίπτωση οφείλουν να προστατεύονται και ισχύει και γι' αυτούς ό,τι ισχύει για κάθε θερμαινόμενο χώρο,
  - στη δεύτερη περίπτωση εξαιρούνται της θερμομονωτικά προστατευμένης περιοχής του κτηρίου.

Ο μελετητής οφείλει εξαρχής να ορίσει ποιους χώρους του κτηρίου θεωρεί ως θερμαινόμενους και να τους συμπεριλάβει στη μελέτη θερμομονωτικής προστασίας και ποιους θεωρεί ως μη θερμαινόμενους και να τους αποκλείσει απ' αυτήν. Οι θερμαινόμενοι χώροι ορίζονται επάνω σε αρχιτεκτονικές κατόψεις και τομές με συνεχή περιβάλλουσα γραμμή, κόκκινου χρώματος.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_u) ενός δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία που εφαρμόζεται για τον υπολογισμό ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και χρησιμοποιείται η ίδια σχέση 2.1., λαμβάνοντας όμως τη θερμική αντίσταση του επιφανειακού στρώματος αέρα προς το μη θερμαινόμενο χώρο ίση με αυτήν του εσωτερικού.

Δηλαδή ισχύει:

$$R_a = R_i \qquad [m^2 \cdot K/W] \qquad (2.3.)$$

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου προς μη θερμαινόμενο χώρο (U_u) υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) με ένα μειωτικό συντελεστή b_u, όπως περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.

2.1.5. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κλειστών χώρων που διαμορφώνονται μεταξύ των οριζόντιων οροφών των τελευταίων ορόφων των κτηρίων και των κεκλιμένων επιστεγάσεών τους που δεν είναι θερμομονωμένες υπολογίζεται λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη τη θερμική αντίσταση που προβάλλει το στρώμα αέρα του ενδιάμεσου αυτού χώρου. Η στρώση του αέρα αυτού του χώρου θεωρείται πρακτικά ομογενής και λαμβάνεται υπόψη ως πρόσθετη θερμική αντίσταση.

Έτσι, ο συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη θα υπολογιστεί βάσει της σχέσης:

$$U_{RU} = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_u + R_a} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.4.)$$

όπου: U_{RU} [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οριζόντιας οροφής κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη,

n [–] το πλήθος των στρώσεων της οριζόντιας οροφής,

d [m] το πάχος της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής,

λ [W/(m·K)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής,

$R_δ$ [m²·K/W] η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις της οριζόντιας οροφής, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου θεωρείται πρακτικά ακίνητος και δεν επικοινωνεί ούτε με τον αέρα του εσωτερικού χώρου ούτε με τον αέρα κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη,

R_i [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς την οριζόντια οροφή,

R_u [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το στρώμα αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής αντίστασης των στρώσεων της κεκλιμένης στέγης,

R_a [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από την κεκλιμένη στέγη προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Πίνακες τιμών

- Οι τιμές θερμικής αντίστασης του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, λαμβάνονται από τον πίνακα 5. Σ' αυτήν την τιμή συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση των στρώσεων της κεκλιμένης μη θερμομονωμένης στέγης.

Σε περίπτωση που η κεκλιμένη στέγη είναι θερμομονωμένη, ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας θα γίνει σ' αυτήν και όχι στην οριζόντια οροφή. Τότε η κεκλιμένη στέγη υπολογίζεται:

– ως να επρόκειτο για οριζόντια επιφάνεια οροφής, όταν η κλίση της στέγης είναι $φ \leq 30°$ και
– ως να επρόκειτο για κατακόρυφη επιφάνεια, όταν η κλίση της στέγης είναι $φ > 30°$.

2.1.6. Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος

Η ροή θερμότητας από ένα δομικό στοιχείο που έρχεται σε επαφή με το έδαφος είναι ένα σύνθετο τρισδιάστατο φαινόμενο που εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, βασικότερες των οποίων είναι:

– η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους,
– το πάχος του στρώματος εδάφους, που το διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα,
– η γεωμετρία του κτηρίου,
– η ίδια η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου.

Για να γίνει εφικτή η απλοποιητική παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας, γίνεται χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας U', ο οποίος όταν πρόκειται για οριζόντιο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

– του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου,
– του βάθους έδρασης z του δομικού στοιχείου και
– της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας (B’),

ενώ ,όταν πρόκειται για κατακόρυφο δομικό στοιχείο, υπολογίζεται συναρτήσει:

– του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου και
– του βάθους z, μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο.

Ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας U ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος υπολογίζεται κανονικά από τη σχέση 2.1., θεωρώντας ότι πρακτικά δεν υπάρχει εξωτερικό στρώμα αέρα που θα προβάλει αντίσταση στη ροή θερμότητας και ότι η εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης, μηδενίζεται, όπως άλλωστε αναφέρθηκε και στη 2.1.3. ενότητα. Είναι δηλαδή: $R_α = 0$.

Ο έλεγχος επάρκειας θερμομόνωσης δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος γίνεται για τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

Ως χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας, B' (σε m) ορίζεται το διπλάσιο του λόγου του εμβαδού της πλάκας, A (σε m^2) προς την εκτεθειμένη περίμετρό της, Π (σε m).

$$B' = 2 \cdot \frac{A}{\Pi} \qquad [m] \qquad (2.5.)$$

Για κτήριο πανταχόθεν ελεύθερο η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας ισούται με την περίμετρο της πλάκας, ενώ για κτήριο σε επαφή με άλλα θερμαινόμενα κτήρια η εκτεθειμένη περίμετρος ισούται με το άθροισμα των μηκών των πλευρών της που δεν έρχονται σε επαφή με τα όμορα θερμαινόμενα κτίσματα. Ομοίως, όταν από κάποια πλευρά της περιμέτρου της πλάκας υπάρχει μη θερμαινόμενος χώρος του ίδιου κτηρίου, εκείνη η πλευρά δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου.

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U_{FB}' μιας πλάκας που εδράζεται σε βάθος z δίνεται από τον πίνακα 9α συναρτήσει:

– του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U_{FB},
– του βάθους έδρασης z,
– και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας B΄.

Αντίστοιχα, ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U_{TB}' ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος δίνεται από τον πίνακα 9β συναρτήσει:

– του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U_{TB} και
– του βάθους z, μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο.

Σε περίπτωση που οι εξεταζόμενες ονομαστικές τιμές των μεγεθών δεν ταυτίζονται με αυτές των πινάκων 9α και 9β, λαμβάνονται υπόψη οι δύο εκατέρωθεν αυτών πλησιέστερες τιμές, μεταξύ των οποίων γίνεται γραμμική παρεμβολή για την εύρεση της τιμής του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_{FB}' ή U_{TB}').

Η τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι αυτή που υπεισέρχεται στη σχέση για τον υπολογισμό του U_m.

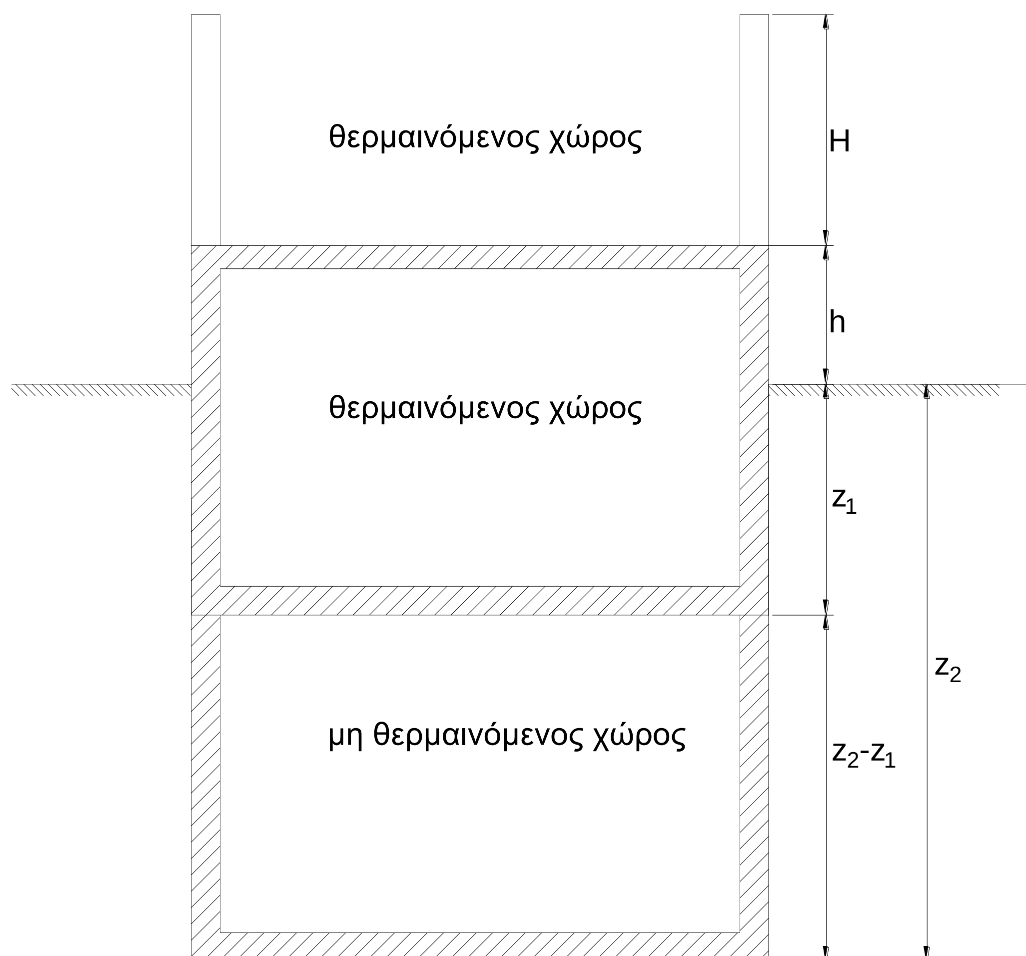
Στην περίπτωση κτηρίου, το οποίο βρίσκεται σε κεκλιμένο έδαφος ή σε έδαφος με διαφορετικές στάθμες, το βάθος έδρασης της πλάκας θα λαμβάνεται ίσο με το μέσο όρο των διαφορετικών αποστάσεων της πλάκας από την τελική στάθμη εδάφους σε επαφή με το κτήριο. Το βάθος έκτασης κάθε κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος θα λαμβάνεται ίσο με το μέσο βάθος έκτασης του δομικού στοιχείου.

Για παράδειγμα, στην απλή περίπτωση του σχήματος 1.:

– το βάθος έδρασης της πλάκας θα ληφθεί ίσο με $z=(z_1+z_2)/2$,
– ενώ τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία θα υπολογιστούν για τα βάθη, στα οποία εκτείνεται το καθένα, δηλαδή z_1 και z_2.



Σχήμα 1. *Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του το βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους.*



Σχήμα 2. *Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφου δομικού στοιχείου ευρισκόμενου σε στάθμη χαμηλότερη αυτής της επιφάνειας του εδάφους.*

Στην περίπτωση κατακόρυφου δομικού στοιχείου που ξεκινά από βάθος z_1 και εκτείνεται σε βάθος z_2 από τη στάθμη του εδάφους (σχήμα 2) ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U_{FB}' του δομικού στοιχείου θα προκύπτει από τη σχέση:

$$U'_{FB} = \frac{z_2 \cdot U'_{FB,z2} - z_1 \cdot U'_{FB,z1}}{z_2 - z_1} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.6.)$$

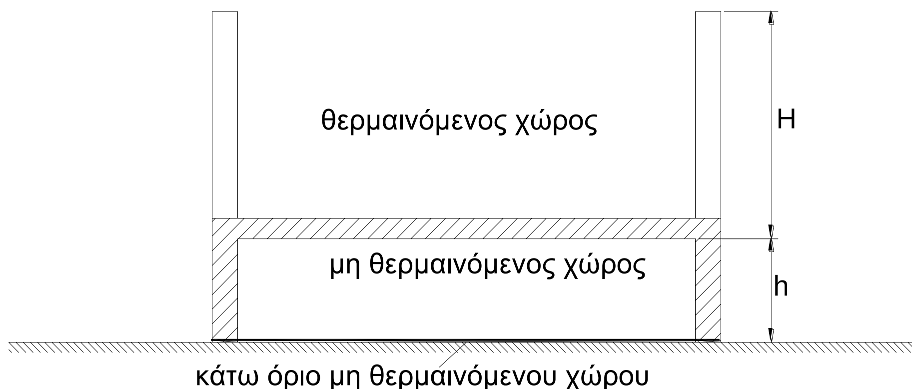
όπου: $U'_{FB,z1}$ [W/(m²·K)] ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης z_1,

$U'_{FB,z2}$ [W/(m²·K)] ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης z_2,

z_1 [m] το βάθος, από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο,

z_2 [m] το βάθος, μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο.

Στην περίπτωση υπερυψωμένης πλάκας (σχήμα 3), ακόμη και όταν ο υποκείμενος χώρος πληρούται με έδαφος, αυτός λαμβάνεται ως κενός μη θερμαινόμενος χώρος και το κάτω όριο του ως πλάκα εδραζόμενη στο έδαφος με ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας U' ίσο με 4,50 W/(m²·K).



Σχήμα 3. *Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση h από τη στάθμη του εδάφους.*

2.1.7. Δομικό στοιχείο σε επαφή με όμορο κτήριο

Κατά τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας ενός κτηρίου στη μελέτη θερμομόνωσης όλα τα δομικά στοιχεία, τα οποία έρχονται σε επαφή με δομικά στοιχεία όμορων κτηρίων, θεωρούνται ως ελεύθερα προς τον εξωτερικό αέρα και κατά τον υπολογισμό το κτίσμα θεωρείται συνολικά ως πανταχόθεν ελεύθερο.

2.1.8. Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων

Ως σύνθετα δομικά στοιχεία θεωρούνται αυτά που προκύπτουν από την εφαρμογή του ίδιου δομικού υλικού με διαφορετικά πάχη κατά τη δόμηση του στοιχείου ή από την εφαρμογή διαφορετικών δομικών υλικών, τα οποία συνδέονται άρρηκτα μεταξύ τους, παρουσιάζουν μία σχετική

επαναληπτικότητα και διαμορφώνουν ένα δομικό στοιχείο με συγκεκριμένη λειτουργία. Παραδείγματα σύνθετων δομικών υλικών είναι η πλάκα σκυροδέματος με διαδοκιδώσεις (πλάκα Zöllner), οι ξυλόπηκτες τοιχοποιίες, τα δομικά στοιχεία με φέροντα οργανισμό από χάλυβα ή ξύλο και πλήρωση από θερμομονωτικά υλικά κ.ά.

Τα σύνθετα δομικά στοιχεία μπορούν να υπεισέλθουν στους υπολογισμούς και να ελεγχθούν ως προς την ικανοποίηση των απαιτήσεων του κανονισμού με δύο τρόπους:

- είτε λαμβάνοντας ξεχωριστά υπόψη το συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε επί μέρους διατομή του σύνθετου δομικού στοιχείου κατά το εμβαδό που αναλογεί σε μια εκάστη εξ αυτών
- είτε με έναν ενιαίο συντελεστή θερμοπερατότητας που προκύπτει από τους συντελεστές των επί μέρους διατομών κατά την αναλογία εμβαδού που αυτοί καταλαμβάνουν στο συνολικό εμβαδό του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τον τύπο:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^{n} U_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^{n} A_j} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.7.)$$

όπου:	U	[W/(m²·K)]	ο ενιαίος συντελεστής θερμοπερατότητας του σύνθετου δομικού στοιχείου,
	n	[–]	το πλήθος των διαφορετικών διατομών του σύνθετου δομικού στοιχείου,
	U_j	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας της κάθε επί μέρους διαφορετικής διατομής του σύνθετου δομικού στοιχείου,
	A_j	[m²]	η επιφάνεια που καταλαμβάνει η κάθε επί μέρους διαφορετική διατομή στη συνολική επιφάνεια του σύνθετου δομικού στοιχείου.

Η τιμή του ενιαίου συντελεστή θερμοπερατότητας U του σύνθετου δομικού στοιχείου οφείλει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του κανονισμού σύμφωνα με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια που ορίζονται στον πίνακα 6.

Ωστόσο, οι τιμές όλων των επί μέρους διαφορετικών διατομών (U_j) υπολογίζονται όπως υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός οποιουδήποτε δομικού στοιχείου σύμφωνα με τη σχέση 2.1., λαμβάνοντας τιμές των διαφόρων μεγεθών (π.χ. λ, R_i, R_a), που να ανταποκρίνονται στην πραγματική κατάσταση στην οποία βρίσκονται (π.χ. δομικό στοιχείο προς τον ελεύθερο αέρα, προς το έδαφος ή προς μη θερμαινόμενο χώρο). Ελέγχονται όμως οι επί μέρους διατομές του σύνθετου δομικού στοιχείου αν ικανοποιούν τις απαιτήσεις του κανονισμού σαν να επρόκειτο για ανεξάρτητα δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο σύμφωνα με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια που ορίζονται στον πίνακα 6. Αυτή η απαίτηση τίθεται, προκειμένου να περιορισθεί στο ελάχιστο δυνατό ο κίνδυνος δημιουργίας επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) στις θερμομονωτικά ασθενέστερες θέσεις του σύνθετου δομικού στοιχείου.

2.1.9. Υπολογισμός δομικών στοιχείων, αποτελούμενων από μη ομογενείς στρώσεις

Θεωρήθηκε εξαρχής κατά απλοποιητική παραδοχή ότι η ροή θερμότητας είναι μονοδιάστατο μέγεθος και μεταδίδεται κάθετα στην επιφάνεια ενός δομικού στοιχείου και ότι όλες οι στρώσεις αποτελούνται από υλικά ομογενή και ισότροπα.

Όμως στην περίπτωση ύπαρξης έστω και μιας μη ομογενούς στρώσης στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου, όπως για παράδειγμα μιας τοιχοποιίας που αποτελείται από οπτοπλίνθους και συνδετικό κονίαμα, η ροή θερμότητας πραγματοποιείται σε δύο διαστάσεις και η βασική σχέση 2.1. παύει να έχει ισχύ.

Σ' αυτήν την περίπτωση, απλοποιητικά η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου μπορεί να προκύψει ως ο αριθμητικός μέσος όρος δύο τιμών:

- ενός άνω ορίου $R_{ολ,max}$, που αντιστοιχεί σε άπειρη θερμική αντίσταση των δομικών υλικών σε ροή θερμότητας παράλληλα προς τις στρώσεις και
- ενός κάτω ορίου $R_{ολ,min}$, που αντιστοιχεί σε μηδενική θερμική αντίσταση των δομικών υλικών σε ροή θερμότητας παράλληλα προς τις στρώσεις

$$R_{ολ} = \frac{R_{ολ,\max} + R_{ολ,\min}}{2} \qquad [(m^2 \cdot K)/W] \qquad (2.8.)$$

Το άνω όριο της θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου που περιλαμβάνει μια μη ομογενή στρώση που αποτελείται κατά ποσοστό f_a από το υλικό a και κατά ποσοστό f_b από το υλικό b δίνεται από τη σχέση:

$$R_{ολ,\max} = \frac{1}{\dfrac{f_a}{R_i + R_1 + ... + R_{k,a} + ... + R_n + R_a} + \dfrac{f_b}{R_i + R_1 + ... + R_{k,b} + ... + R_n + R_a}} \qquad [(m^2 \cdot K)/W] \quad (2.9.)$$

όπου:	$R_{ολ,max}$	[m²·K/W]	το άνω όριο της θερμικής αντίστασης του δομικού στοιχείου,
	n	[–]	το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
	R_1 ...R_n	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της πρώτης έως και της n-οστής στρώσης του δομικού στοιχείου,
	$R_{k,a}$	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού a,
	f_a	[–]	το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό a
	$R_{k,b}$	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού b,
	f_b	[–]	το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό b
	R_i	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
	$R_α$	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Το κάτω όριο της θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου που περιλαμβάνει μια μη ομογενή στρώση που αποτελείται κατά ποσοστό f_a από το υλικό a και κατά ποσοστό f_b από το υλικό b δίνεται από τη σχέση:

$$R_{ολ,\min} = R_i + R_1 + ... + \frac{1}{\dfrac{f_a}{R_{k,a}} + \dfrac{f_b}{R_{k,b_a}}} + ... + R_n + R_a \qquad [(m^2 \cdot K)/W] \qquad (2.10.)$$

όπου:	$R_{ολ,min}$	[m²·K/W]	το κάτω όριο της θερμικής αντίστασης του δομικού στοιχείου,
	n	[–]	το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
	R_1,...R_n	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της πρώτης έως και της n-οστής στρώσης του δομικού στοιχείου,
	$R_{k,a}$	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού a,
	f_a	[–]	το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό a,
	$R_{k,b}$	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού b,
	f_b	[–]	το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό b,

R_i [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

$R_α$ [m²·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Παρατηρήσεις:

- Η σχέση 2.8. μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνον εφόσον $R_{ολ,max} < 1{,}5 \times R_{ολ,min}$.
- Στην περίπτωση των τοιχοποιιών, σε πολλές περιπτώσεις, ο κατασκευαστής του στοιχείου τοιχοποιίας (π.χ. οπτόπλινθου) παρέχει τον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας της τοιχοποιίας, ο οποίος περιλαμβάνει συνδετικό κονίαμα και την επίδραση της έλλειψης ομογένειας της στρώσης στη ροή θερμότητας. Σε αυτήν την περίπτωση, η τοιχοποιία αντιμετωπίζεται ως ομογενής στρώση και ισχύει η σχέση 2.1.

2.1.10. Υπολογισμός παθητικών ηλιακών συστημάτων

Τα δομικά στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων –εκτός του άμεσου ηλιακού κέρδους– δεν ελέγχονται ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια και δεν υποχρεώνονται να πληρούν τα όρια των μέγιστων επιτρεπόμενων τιμών U του πίνακα 6.

Ειδικότερα, δεν ελέγχονται ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια:

- ο τοίχος Trombe, ο τοίχος θερμικής μάζας και γενικώς οποιοσδήποτε τοίχος ή άλλο στοιχείο θερμικής συσσώρευσης,
- το διαχωριστικό δομικό στοιχείο μεταξύ του κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου, που θα θεωρείται ως εξωτερική επιφάνεια του κελύφους προς μη θερμαινόμενο χώρο, καθώς το προσαρτημένο θερμοκήπιο λογίζεται ως χώρος που δεν θερμαίνεται.

2.2. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων

Στα διαφανή δομικά στοιχεία, δηλαδή στα κουφώματα, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος (U_W) μπορεί:

– είτε να υπολογισθεί αναλυτικά
– είτε να θεωρηθεί δεδομένη με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.

Στην περίπτωση του αναλυτικού υπολογισμού η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος προκύπτει από τους συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος και του υαλοπίνακα κατά την ποσοστιαία αναλογία των εμβαδών των δύο υλικών στην επιφάνεια του κουφώματος, λαμβανομένης υπόψη και της γραμμικής θερμογέφυρας που αναπτύσσεται μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα, όπως περιγράφεται παρακάτω για μονό και για διπλό κούφωμα. Όταν στο κούφωμα περιλαμβάνονται και αδιαφανή τμήματα, πέραν του πλαισίου, λαμβάνονται και αυτά στον υπολογισμό.

Στην περίπτωση που ο μελετητής επιλέξει να χρησιμοποιήσει την τιμή θερμοπερατότητας του κουφώματος που δίνει ο κατασκευαστής του, θα πρέπει στη μελέτη να συνυποβάλει και το σχετικό πιστοποιητικό ελέγχου από διαπιστευμένο εργαστήριο βάσει του προτύπου προδιαγραφών του υλικού για σήμανση CE.

Στον πίνακα 10 δίδονται ενδεικτικά τιμές του συντελεστή U_W για διαφορετικούς τύπους κουφώματος συναρτήσει του υλικού κατασκευής του πλαισίου (αλουμίνιο, συνθετικό, ξύλο) του τύπου του υαλοπίνακα (διπλός, τριπλός, με επικάλυψη από τη μια πλευρά ή από τις δύο), της ικανότητας θερμικής εκπομπής, του τύπου του αερίου του διακένου μεταξύ των φύλλων των υαλοπινάκων και της ποσοστιαίας αναλογίας πλαισίου υαλοπίνακα. Στην περίπτωση που τα κουφώματα τού υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζουν όμοια γεωμετρικά και θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά με τα κουφώματα του πίνακα τότε μπορεί να γίνει απευθείας χρήση των τιμών του, δηλαδή η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος μπορεί να ληφθεί απευθείας από τον πίνακα. Σημειώνεται ότι στις τιμές του πίνακα έχει ληφθεί επίσης υπόψη η παρατηρούμενη θερμογέφυρα που δημιουργείται στην επαφή του υαλοπίνακα με το πλαίσιο του κουφώματος.

Πάντως ανεξαρτήτως του τρόπου υπολογισμού, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος οφείλει να είναι μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης, που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. (πίνακας 6).

2.2.1. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W ενός μονού κουφώματος

Βάσει των παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) προκύπτει από τον τύπο:

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.11.)$$

όπου
- U_w [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
- U_f [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
- U_g [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
- A_f [m²] το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
- A_g [m²] το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- ℓ_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),
- Ψ_g [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

<u>Πίνακες τιμών</u>

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου (U_f) λαμβάνεται από τον πίνακα 11 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα (U_g) λαμβάνεται από τον πίνακα 12 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται παρακάτω.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_g) λαμβάνεται από τον πίνακα 13, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα.

Αν η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g) του υαλοπίνακα δεν ληφθεί απευθείας από τον πίνακα 12, μπορεί να υπολογισθεί αναλυτικά από τον τύπο:

$$U_g = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_{j=1}^{n-1} R_\delta + R_a} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.12.)$$

όπου U_g [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα,

n	[–]	το πλήθος των φύλλων του υαλοπίνακα: για n=1 μονός υαλοπίνακας, για n=2 διπλός υαλοπίνακας, για n=3 τριπλός υαλοπίνακας,
d	[m]	το πάχος του κάθε φύλλου του υαλοπίνακα,
λ	[W/(m·K)]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της υάλου,
$R_δ$	[m²·K/W]	η θερμική αντίσταση του εγκλωβισμένου στρώματος αέρα στο διάκενο ανάμεσα στα φύλλα του υαλοπίνακα που μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 4β,
R_i	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
$R_α$	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

2.2.2. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέτασμα

Βάσει των παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) που περιλαμβάνει πέτασμα προκύπτει από τον τύπο:

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g + A_p \cdot U_p + l_p \cdot \Psi_p}{A_f + A_g + A_p} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.13.)$$

όπου

U_w	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
U_f	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,
U_g	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
U_p	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος,
A_f	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
A_g	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
A_p	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος του κουφώματος,
ℓ_g	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),
Ψ_g	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
ℓ_p	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας του πετάσματος του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - πετάσματος, δηλαδή η περίμετρος του πετάσματος),
Ψ_p	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος υπολογίζεται από τη σχέση 1.7 και ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του πετάσματος με το κούφωμα λαμβάνεται ίσος με μηδέν.

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_f) του πλαισίου λαμβάνεται από τον πίνακα 11 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g) του υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον πίνακα 12 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται από τη σχέση 2.12.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_g) λαμβάνεται από τον πίνακα 13, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_p) λαμβάνεται από τον πίνακα 14β, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών μεταξύ πλαισίου και αδιαφανούς πετάσματος.

Σε περίπτωση που το κούφωμα δεν περιλαμβάνει διαφανές τμήμα, η σχέση 2.13. εφαρμόζεται θέτοντας τα A_g και ℓ_g ίσα με το μηδέν.

2.2.3. Αναλυτικός υπολογισμός του U_W ενός διπλού κουφώματος

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός διπλού κουφώματος, δηλαδή ενός κουφώματος αποτελούμενου από δύο χωριστά κουφώματα με τους υαλοπίνακές τους (μονούς, διπλούς ή τριπλούς) θα υπολογισθεί σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία και κατ' εφαρμογή της σχέσης 2.11. ξεχωριστά για την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος (δηλαδή των τιμών $U_{W,a}$ του εξωτερικού κουφώματος και $U_{W,i}$ του εσωτερικού) και κατόπιν για την τιμή του διπλού κουφώματος στο σύνολό του βάσει του τύπου:

$$U_W = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_{W,i}} - R_a\right) + R_{\delta,w} + \left(\frac{1}{U_{W,a}} - R_i\right)} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.14.)$$

όπου

U_W	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας ολόκληρου του διπλού κουφώματος,
$U_{W,i}$	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εσωτερικού κουφώματος,
$U_{W,a}$	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εξωτερικού κουφώματος,
R_a	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο, που θα συνυπολογιζόταν εάν το διάκενο θεωρείτο εξωτερικό περιβάλλον,
R_i	[m²·K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο, που θα συνυπολογιζόταν αν το διάκενο θεωρείτο εσωτερικό περιβάλλον,
$R_{\delta,w}$	[m²·K/W]	Η θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων.

Πίνακας τιμών

- Η τιμή της θερμικής αντίστασης του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων λαμβάνεται από τον πίνακα 4β.

2.3. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας τοιχοπετασμάτων

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η μεθοδολογία υπολογισμού της θερμοπερατότητας τοιχοπετασμάτων και υαλοπετασμάτων. Η μεθοδολογία καλύπτει τοιχοπετάσματα - υαλοπετάσματα, στα οποία το στοιχείο πλήρωσης των διακένων των πλαισίων μπορεί να είναι υαλοπίνακας, κούφωμα με υαλοπίνακα, αδιαφανές στοιχείο πλήρωσης (πέτασμα) ή και συνδυασμός αυτών.

Το πλαίσιο μπορεί να αποτελείται από ορθοστάτες (κατακόρυφα τμήματα πλαισίου) και τραβέρσες (οριζόντια τμήματα πλαισίου), ίδιας ή διαφορετικής διατομής.

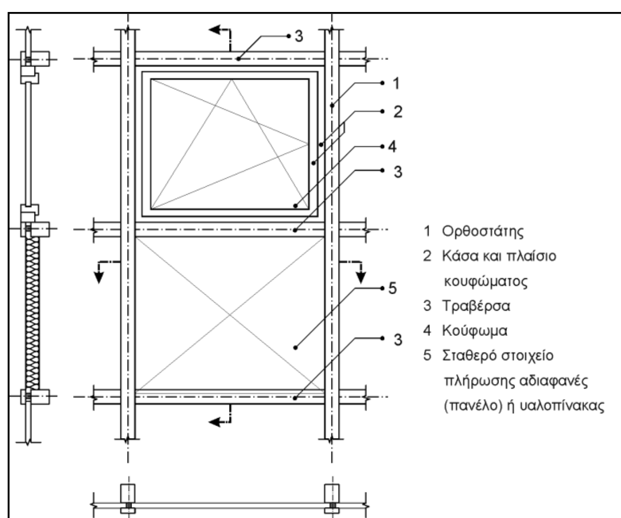
Ειδικότερα ορίζονται:

- Ως ***ορθοστάτης*** τα κατακόρυφα τμήματα του πλαισίου στήριξης του τοιχοπετάσματος.
- Ως ***τραβέρσα*** τα οριζόντια τμήματα του πλαισίου στήριξης του τοιχοπετάσματος.
- Ως ***υαλοπίνακας πλήρωσης*** ο υαλοπίνακας που συνδέεται απευθείας με το πλαίσιο του τοιχοπετάσματος.
- Ως ***υαλοπίνακας κουφώματος*** ο υαλοπίνακας, ο οποίος βρίσκεται σε κούφωμα, το οποίο προσαρτάται στο πλαίσιο του τοιχοπετάσματος.
- Ως ***πέτασμα*** κάθε αδιαφανές στοιχείο πλήρωσης του τοιχοπετάσματος.

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός τοιχοπετάσματος γίνεται σε ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα του τοιχοπετάσματος, το οποίο περιορίζεται από τα όρια που φαίνονται στο σχήμα 5. Ως αντιπροσωπευτικό ορίζεται το τμήμα, το οποίο επαναλαμβάνεται περισσότερες της μιας φοράς στην όψη. Εάν σε ένα τοιχοπέτασμα εμφανίζονται περισσότερα του ενός αντιπροσωπευτικά τμήματα, τότε υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε διαφορετικού αντιπροσωπευτικού τμήματος και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$U_{cw} = \frac{\sum_{j=1}^{n} (U_{cw,j} \cdot A_j)}{\sum_{j=1}^{n} A_j} \qquad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.15.)$$

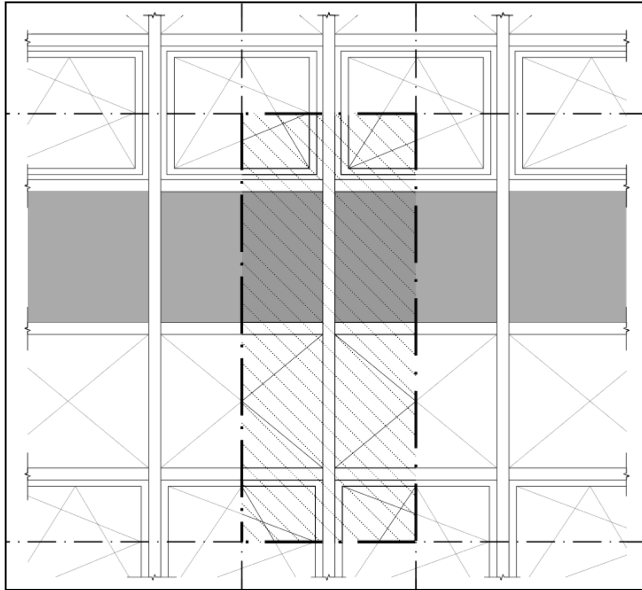
όπου U_{cw} [W/(m²·K)] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος,
$U_{cw,j}$ [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος j,
A_j [m²] το εμβαδό του αντιπροσωπευτικού τμήματος.



Σχήμα 4.
Επιφάνειες τοιχοπετάσματος με διαφορετικές θερμοφυσικές ιδιότητες.

Ο καθορισμός του αντιπροσωπευτικού τμήματος γίνεται με τομές σε οριζόντιο και σε κατακόρυφο επίπεδο. Οι τομές επιλέγονται με τέτοιο τρόπο, ώστε:

- να αντιπροσωπεύουν επίπεδα συμμετρίας του τοιχοπετάσματος ή
- να βρίσκονται σε επίπεδο κάθετο στην όψη, στο οποίο η ροή θερμότητας γίνεται κάθετα στο τοιχοπέτασμα, δηλαδή δεν υπάρχουν τρισδιάστατα φαινόμενα θερμικής αγωγιμότητας. Τέτοιες θέσεις είναι, για παράδειγμα, αυτές που βρίσκονται τουλάχιστον 190 mm μακριά από την ακμή ενός διπλού υαλοπίνακα.



Σχήμα 5. *Αντιπροσωπευτικό τμήμα μελέτης ενός τοιχοπετάσματος.*

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός τοιχοπετάσματος, χωρίζεται το αντιπροσωπευτικό τμήμα σε επιφάνειες με διαφορετικά θερμοφυσικά χαρακτηριστικά (π.χ. υαλοπίνακες, αδιαφανή πετάσματα και κουφώματα). Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος υπολογίζεται από τους αντίστοιχους συντελεστές των επί μέρους στοιχείων με την προσθήκη όρων που περιγράφουν τη θερμική αλληλεπίδραση των τμημάτων μεταξύ τους (γραμμικές θερμογέφυρες):

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_p \cdot U_p + \sum A_f \cdot U_f + \sum A_{dp} \cdot U_{dp} + \sum A_{tr} \cdot U_{tr}}{A_{cw}} +$$

$$+ \frac{\sum l_{f,g} \cdot \Psi_{f,g} + \sum l_{dp,g} \cdot \Psi_{dp,g} + \sum l_{tr,g} \cdot \Psi_{tr,g} + \sum l_p \cdot \Psi_p + \sum l_{dp,f} \cdot \Psi_{dp,f} + \sum l_{tr,f} \cdot \Psi_{tr,f}}{A_{cw}} \qquad (2.16.)$$

όπου U_{cw} [W/(m²·K)] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος,
U_g [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του υαλοπίνακα ,
U_p [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του πετάσματος,
U_f [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των πλαισίων,
U_{dp} [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των ορθοστατών,
U_{tr} [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των τραβερσών,
$\Psi_{f,g}$ [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και υαλοπίνακα,

$\Psi_{dp,g}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή ορθοστάτη και υαλοπίνακα,
$\Psi_{tr,g}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή τραβέρσας και υαλοπίνακα,
Ψ_{p}	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πετάσματος και πλαισίων,
$\Psi_{dp,f}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και ορθοστάτη,
$\Psi_{tr,f}$	[W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και τραβέρσας,
A_g	[m^2]	το εμβαδό του υαλοπίνακα πλήρωσης του τοιχοπετάσματος,
A_p	[m^2]	το εμβαδό του πετάσματος πλήρωσης του τοιχοπετάσματος,
A_{dp}	[m^2]	το εμβαδό ορθοστάτη του πλαισίου του τοιχοπετάσματος,
A_{tr}	[m^2]	το εμβαδό ης τραβέρσας του πλαισίου του τοιχοπετάσματος,
A_f	[m^2]	το εμβαδό του κουφώματος,
$\ell_{f,g}$	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή κουφώματος και υαλοπίνακα κουφώματος,
$\ell_{dp,g}$	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή ορθοστάτη πλαισίου και υαλοπίνακα πλήρωσης,
$\ell_{tr,g}$	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή τραβέρσας πλαισίου και υαλοπίνακα πλήρωσης,
ℓ_{p}	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή πετάσματος και πλαισίου τοιχοπετάσματος (στη θέση της τραβέρσας ή του ορθοστάτη),
$\ell_{dp,f}$	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή ορθοστάτη πλαισίου και κουφώματος,
$\ell_{tr,f}$	[m]	το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή τραβέρσας πλαισίου και κουφώματος.

Πίνακες τιμών

- Οι συντελεστές γραμμικής διαπερατότητας $\Psi_{dp,g}$, $\Psi_{tr,g}$ λαμβάνουν τιμές από τον πίνακα 14α.
- Ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας Ψ_p λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 14β.
- Οι συντελεστές γραμμικής διαπερατότητας $\Psi_{dp,f}$, $\Psi_{tr,f}$ λαμβάνουν τιμές από τους πίνακες 14γ και 14δ, ανάλογα με το υλικό.

Η επιφάνεια του τοιχοπετάσματος υπολογίζεται σύμφωνα με την επόμενη σχέση:

$$A_{cw} = A_g + A_p + A_f + A_{dp} + A_{tr} \quad [m^2] \quad (2.17.)$$

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου του τοιχοπετάσματος δεν λαμβάνουν υπόψη την παρουσία κοχλιών στερέωσης του πλαισίου στα δομικά στοιχεία της όψης του κτιρίου. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η σημειακή θερμογέφυρα που δημιουργείται στη σύνδεση με την όψη, οι συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου αυξάνονται κατά 0,3 W/(m²·K) όταν η απόσταση των κοχλιών είναι μικρότερη ή ίση των 0,3 m. Όταν η απόσταση μεταξύ των κοχλιών υπερβαίνει τα 0,3 m μπορεί να αγνοηθεί η επίδρασή τους.

2.4. Υπολογισμός των θερμογεφυρών

Θερμογέφυρες ονομάζονται οι θέσεις στο κέλυφος ενός κτηρίου, στις οποίες εμφανίζεται σε σχέση με τις γειτονικές τους διαφοροποίηση στη θερμική αντίσταση των δομικών στοιχείων είτε λόγω ασυνέχειας της στρώσης θερμομόνωσης είτε λόγω διαφοροποίησης του υλικού κατά μήκος του δομικού στοιχείου είτε λόγω αλλαγής της γεωμετρίας της διατομής. Σ' αυτές τις θέσεις παρατηρείται μεταβολή στη ροή θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τις γειτονικές τους.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα "ασθενή" σημεία του κτηριακού περιβλήματος και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία. Επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου. Συχνά καταλήγουν να είναι πρόξενοι ποικίλων φθορών και καταστροφών, ενίοτε ασήμαντων και επουσιωδών, κατά το πλείστον όμως επικίνδυνων και σοβαρών. Οι περισσότερες φθορές οφείλονται στην επιφανειακή συμπύκνωση των υδρατμών, λόγω της πτώσης της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων σε τιμή χαμηλότερη της θερμοκρασίας δρόσου.

Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτηρίου συγκριτικά με τη θεωρητικά υπολογιζόμενη, θεωρούμενης της θερμικής ροής στον υπολογισμό κατά παραδοχή ως μονοδιάστατο μέγεθος και κάθετο στην επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου, σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 5% και 30%. Αυτό το ποσοστιαίο εύρος έχει να κάνει με το μέγεθος του κτηρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφυρών.

Οι θερμογέφυρες μπορούν να διακριθούν σε δύο τύπους:

- στις γραμμικές και
- στις σημειακές.

Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στη δημιουργία θέσεων στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα δισδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει να ισχύει. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών, στις οποίες η ροή θερμότητας έχει τρισδιάστατη φύση. Οι σημειακές θερμογέφυρες δεν έχουν καμία διάσταση, ενώ η επίδρασή τους στις θερμικές ανταλλαγές θεωρείται πρακτικά αμελητέα· γι' αυτό και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Αντίθετα, οι γραμμικές θερμογέφυρες λαμβάνονται υπόψη και συγκριτικά με τις σημειακές έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη θερμική συμπεριφορά του κελύφους.

Ως προς τις αιτίες δημιουργίας τους οι γραμμικές θερμογέφυρες διακρίνονται σε τρεις τύπους:

- στις γεωμετρικές,
- στις κατασκευαστικές,
- σε συνδυασμό των δύο παραπάνω τύπων.

Οι γεωμετρικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις, στις οποίες η βασική γεωμετρία του δομικού στοιχείου παύει να είναι γραμμική, π.χ. στη θέση κάθετης τομής δύο εξωτερικών δομικών στοιχείων με τη συνέχεια της θερμομόνωσης να μην διακόπτεται (γωνία). Σ' αυτήν την περίπτωση επειδή η συνολική εξωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων διαφέρει από την εσωτερική, αναπτύσσονται έντονα φαινόμενα δισδιάστατης ροής θερμότητας. Ανάλογα με το αν χρησιμοποιούνται εσωτερικές ή εξωτερικές διαστάσεις για τους υπολογισμούς των θερμικών ροών, η τιμή του γραμμικού συντελεστή της συγκεκριμένης θερμογέφυρας διαφοροποιείται. Στην περίπτωση χρήσης εσωτερικών διαστάσεων παίρνει θετικές τιμές, ενώ στην περίπτωση χρήσης εξωτερικών διαστάσεων παίρνει αρνητικές, λειτουργώντας στην ουσία ως διόρθωση στους υπολογισμούς των ροών θερμότητας με

παραδοχή μονοδιάστατης ροής. Για τις ανάγκες των υπολογισμών με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. γίνεται παντού χρήση εξωτερικών διαστάσεων.

Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις στις οποίες υπάρχει ασυνέχεια του θερμομονωτικού υλικού, π.χ. στις θέσεις ένωσης δοκού με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σε αυτήν την περίπτωση αναπτύσσεται έντονη δισδιάστατη ροή θερμότητας στην περιοχή της ασυνέχειας η οποία οδηγεί σε αυξημένες θερμικές απώλειες και μείωση της εσωτερικής επιφανειακής θερμοκρασίας. Σε αυτές τις θερμογέφυρες η τιμή του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας είναι πάντα θετική.

Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει συνδυασμός γεωμετρικής και κατασκευαστικής θερμογέφυρας, π.χ. σε ένα γωνιακό υποστύλωμα θερμομονωμένο εξωτερικά, στο οποίο εφάπτονται δύο κάθετες μεταξύ τους τοιχοποιίες με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις εμφανίζονται αυξημένες ροές θερμότητας και μειωμένη εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία, ενώ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας μπορεί να λάβει, ακόμη και με χρήση εξωτερικών διαστάσεων για τους υπολογισμούς των ροών θερμότητας, τιμή αρνητική, θετική ή μηδενική ανάλογα με την περίπτωση.

Στόχος είναι να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες κατά μήκος της κάθε θερμογέφυρας. Για τον υπολογισμό τους απαιτούνται:

– ο κάθε τύπος θερμογέφυρας, που εκφράζεται με ένα συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ, μετρούμενο σε W/(m·K) και
– το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας ℓ, που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου, μετρούμενο σε m.

Οι θερμικές απώλειες κατά μήκος μιας θερμογέφυρας ορίζονται από το γινόμενο:

$$\Psi \cdot \ell \qquad [W/K] \qquad (2.18.)$$

Ανάλογα με τη θέση εμφάνισής τους στο κτήριο, οι θερμογέφυρες απαντώνται:

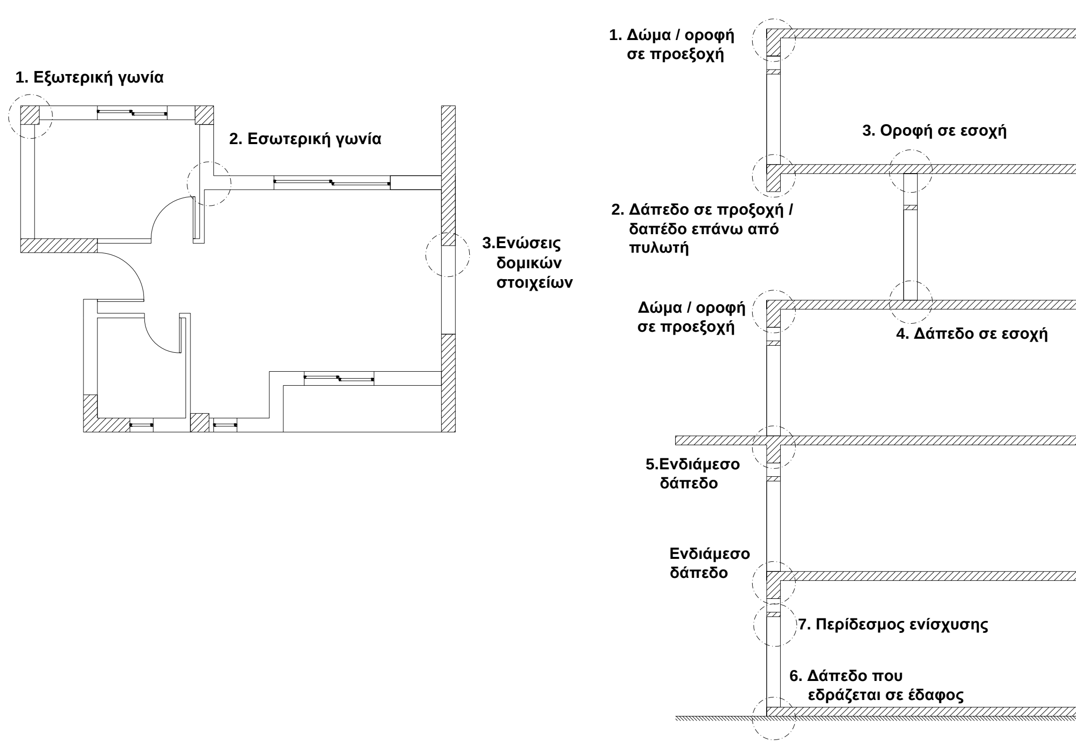
– στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (**κατακόρυφες θερμογέφυρες**)
– στη συναρμογή των οριζόντιων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (**οριζόντιες θερμογέφυρες**)
– στη συναρμογή των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία (**θερμογέφυρες κουφωμάτων**).

Οι κατακόρυφες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις κατόψεις του κτηρίου, Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται καθ' ύψος, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των τομών. Διακρίνονται τρεις υποκατηγορίες (σχήμα 6α):

– θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών (ΕΞΓ)
– θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών (ΕΣΓ)
– θερμογέφυρες ένωσης δομικών στοιχείων (ΕΔΣ)

Οι οριζόντιες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις τομές του κτηρίου. Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται κατά μήκος των δομικών στοιχείων, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των κατόψεων. Διακρίνονται επτά υποκατηγορίες (σχήμα 6β):

– θερμογέφυρες δώματος ή οροφής σε προεξοχή (Δ)
– θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή ή δαπέδου επάνω από πυλωτή (ΔΠ)
– θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή (ΟΕ)
– θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή (ΔΕ)
– θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου (ΕΔΠ)
– θερμογέφυρες περίδεσμου ενίσχυσης (ΠΡ)
– θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται σε έδαφος (ΕΔ)



Σχήμα 6α.
Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης κατακόρυφων θερμογεφυρών .

Σχήμα 6β.
Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης οριζόντιων θερμογεφυρών.

Οι θερμογέφυρες κουφωμάτων εντοπίζονται στις θέσεις συναρμογής των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία. Το μήκος τους μετράται με βάση τις διαστάσεις των ανοιγμάτων. Διακρίνονται δύο υποκατηγορίες :

– θερμογέφυρες στο λαμπά του κουφώματος (Λ)
– θερμογέφυρες στο ανωκάσι / κατωκάσι του κουφώματος (ΑΚ)

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω της ύπαρξης θερμογεφυρών και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ο μελετητής πρέπει να γνωρίζει την τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ και το μήκος ℓ της θερμογέφυρας που δημιουργείται. Στους πίνακες 16α έως 16ιβ παρουσιάζονται οι πλέον συνήθεις περιπτώσεις θερμογεφυρών που απαντώνται στις ελληνικές κατασκευές, ομαδοποιημένες ως προς τη θέση τους στο κτηριακό κέλυφος σύμφωνα με τα όσα αναλύθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους και παρουσιάζεται η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας ανά περίπτωση. Για κάθε περίπτωση θερμογέφυρας δίνεται ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ, ο οποίος έχει προκύψει με χρήση λογισμικού δισδιάστατης ροής θερμότητας, λαμβάνοντας τις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων. Σε περίπτωση που ο τύπος μιας θερμογέφυρας δεν περιλαμβάνεται στις περιπτώσεις των πινάκων 16α έως 16ιβ, επιλέγεται η πλησιέστερη προς τον τύπο μορφή και λαμβάνεται ο αντίστοιχος συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ.

Εναλλακτικά, για τη διευκόλυνση των υπολογισμών των γραμμικών θερμογεφυρών, ο μελετητής μπορεί να κάνει χρήση του πίνακα 15. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι σ' αυτή την περίπτωση οι συνολικές

ροές θερμότητας που προκύπτουν είναι αυξημένες σε σχέση με τον αναλυτικό του υπολογισμό, κάνοντας χρήση των πινάκων 16α έως 16ιβ. Στον πίνακα 15 παρουσιάζονται οι τιμές της γραμμικής θερμοπερατότητας με βάση:

- τη θέση εμφάνισης της θερμογέφυρας (π.χ. στις κατακόρυφες θερμογέφυρες στην περιοχή των εξωτερικών ή εσωτερικών γωνιών, στις οριζόντιες θερμογέφυρες στη θέση της συναρμογής του δώματος με τις εξωτερικές πλευρικές επιφάνειες του κτιρίου κ.τ.λ.) και
- τη θέση της θερμομόνωσης (π.χ. εσωτερικά, εξωτερικά ή στον πυρήνα των δομικών στοιχείων).

Συγκεκριμένα, για τον υπολογισμό των κατακόρυφων θερμογεφυρών δίνονται τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τη θέση της θερμομόνωσης στα δομικά στοιχεία:

– εξωτερική συνεχής θερμομόνωση,
– εσωτερική συνεχής θερμομόνωση,
– εξωτερική θερμομόνωση στο φέροντα οργανισμό και θερμομόνωση στον πυρήνα για τις τοιχοποιίες πλήρωσης.

Για τον υπολογισμό των οριζόντιων θερμογεφυρών δίνονται έξι βασικές κατηγορίες ανάλογα με τη θέση της θερμομόνωσης στα κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία για όλες τις περιπτώσεις πλην των θερμογεφυρών που δημιουργούνται στις θέσεις ενδιάμεσου δαπέδου και στις θέσεις περίδεσμου ενίσχυσης:

– εξωτερική θερμομόνωση στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία και θερμομόνωση των οριζόντιων δομικών στοιχείων στην άνω παρειά τους,
– εξωτερική θερμομόνωση στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία και θερμομόνωση των οριζόντων δομικών στοιχείων στην κάτω παρειά τους,
– εσωτερική θερμομόνωση στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία θερμομόνωση των οριζόντιων δομικών στοιχείων στην άνω παρειά τους,
– εσωτερική θερμομόνωση στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία και θερμομόνωση των οριζόντιων δομικών στοιχείων στη κάτω παρειά τους,
– κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά,
– κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά.

Στις οριζόντιες θερμογέφυρες που δημιουργούνται στην περιοχή των ενδιάμεσων ορόφων και στις θέσεις περίδεσμου ενίσχυσης ορίζονται τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τη θέση της θερμομονωτικής προστασίας:

– εξωτερική συνεχής θερμομόνωση,
– εσωτερική συνεχής θερμομόνωση,
– εξωτερική θερμομόνωση στο φέροντα οργανισμό και θερμομόνωση στον πυρήνα στις τοιχοποιίες πλήρωσης.

Οι παραπάνω βασικές κατηγορίες περιγράφουν τις γενικές συνθήκες. Για να ληφθούν υπόψη οι ιδιαιτερότητες της κάθε κατασκευής με στόχο την ακριβέστερη προσέγγιση της τιμής Ψ της γραμμικής θερμοπερατότητας των θερμογεφυρών, δίνονται στον πίνακα για κάθε βασική κατηγορία θέσης της θερμομόνωσης οι κατάλληλες προσαυξήσεις / μειώσεις, ανάλογα με την κατασκευαστική πρακτική που συναντάται.

Για τις κατακόρυφες θερμογέφυρες η «διόρθωση» του βασικού συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας αφορά στις περιπτώσεις προεξοχής του ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στην εσωτερική γωνία, χωρίς ωστόσο να διακόπτεται η συνέχεια του θερμομονωτικού

υλικού, καθώς και στην περίπτωση που διακόπτεται η θερμομόνωση είτε λόγω ύπαρξης κάποιου δομικού στοιχείου είτε λόγω κατασκευαστικού λάθους.

Για τις οριζόντιες θερμογέφυρες η διόρθωση του βασικού συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας αφορά συνήθως στις περιπτώσεις προεξοχής της πλάκας (πρόβολος), στη διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης κ.τ.λ.

Για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών κουφωμάτων δίνονται τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με το εάν η θερμομόνωση και το κούφωμα βρίσκονται στην ίδια ή όχι ευθεία και υπάρχει διακοπή θερμομόνωσης. Η διόρθωση του βασικού συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας αφορά στο εάν υπάρχει διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης.

Τα βασικά βήματα που πρέπει να ακολουθήσει ο μελετητής είναι τα εξής:

- Επιλογή του τύπου της θερμογέφυρας ανάλογα με τη θέση εμφάνισής της στο κτηριακό κέλυφος.
- Επιλογή της βασικής κατηγορίας θέσης ανάλογα με τη θέση της θερμομόνωσης.
- Λήψη της αντίστοιχης τιμής του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ από τον πίνακα 15 και προσδιορισμός του μήκους εμφάνισης της συγκεκριμένης θερμογέφυρας.
- Σύγκριση των γενικών συνθηκών που ορίζει η βασική κατηγορία ανάλογα με τη θέση της θερμομόνωσης σε σχέση με αυτές που αποτυπώνονται στα αρχιτεκτονικά σχέδια.
- Λήψη της αντίστοιχης προσαύξησης / μείωσης του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας και υπολογισμός του αντίστοιχου μήκους ℓ, για το οποίο ισχύει η συνθήκη.
- Άθροισμα των γινομένων των επί μέρους συντελεστών γραμμικής θερμοπερατότητας επί τα μήκη των αντίστοιχων θερμογεφυρών.

Διευκρινίσεις

- Στην περίπτωση που δημιουργείται θερμογέφυρα σε θέση που διαχωρίζει δύο θερμικές ζώνες, προσδιορίζεται ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας και κατόπιν διαιρείται διά του δύο, ώστε οι θερμικές απώλειες από την εμφανιζόμενη σ' αυτή τη θέση θερμογέφυρα να ληφθεί ισόποσα και στις δύο ζώνες.
- Στην περίπτωση που δημιουργείται θερμογέφυρα σε θέση που διαχωρίζει θερμαινόμενο χώρο από εξωτερικό αέρα και μη θερμαινόμενο χώρο, για τον προσδιορισμό της τιμής της γραμμικής θερμοπερατότητας ο μη θερμαινόμενος χώρος θα λαμβάνεται ως εξωτερικό περιβάλλον. Αφού προσδιοριστεί ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας, αυτός διαιρείται διά του δύο και λαμβάνεται ανεξάρτητα για των υπολογισμό των ροών θερμότητας του θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον και των ροών θερμότητας του θερμαινόμενου χώρου προς το μη θερμαινόμενο.

2.5. Ο υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου A/V

Για την εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) και τον έλεγχο της θερμικής του επάρκειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός ορισμένων γεωμετρικών μεγεθών του κτηρίου και συγκεκριμένα:

– Ο υπολογισμός των εμβαδών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων.
– Ο υπολογισμός των μηκών των γραμμικών θερμογεφυρών.
– Ο όγκος του κτηρίου.

Αυτά τα μεγέθη είναι σκόπιμο να υπολογισθούν κατ' όροφο και κατά επιφάνεια, προκειμένου να διευκολυνθεί ο υπολογισμός. Πρόσφορη είναι η χρήση πρότυπου εντύπου, που θα δίνει σε πινακοποιημένη μορφή:

- το πλάτος του κάθε δομικού στοιχείου,
- το ύψος του,
- το εμβαδό του.

Τα επί μέρους αθροίσματα αυτών των ποσοτήτων δίνουν τα συνολικά μεγέθη στην επιφάνεια του κελύφους για κάθε διαφορετικό δομικό στοιχείο.

Κατ' αντίστοιχο τρόπο, δηλαδή με τη χρήση τυποποιημένου εντύπου, μπορεί να υπολογισθεί το μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας για κάθε διαφορετικό τύπο θερμογέφυρας.

Για τον υπολογισμό του λόγου A/V λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες που διαμορφώνουν το κέλυφος του κτηρίου είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος είτε με χώρο χαμηλότερης θερμοκρασίας.

Ειδικότερα:

- Για την εύρεση του εμβαδού A υπεισέρχονται στον υπολογισμό οι εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους στο σύνολό τους και με τις εξωτερικές τους διαστάσεις, παρακολουθώντας απόλυτα τη γεωμετρία του κτηρίου.
- Αντίστοιχα, ο όγκος V είναι ο όγκος του κτηρίου που περικλείεται από όλες αυτές τις επιφάνειες.

Στον όγκο του κτηρίου **δεν** συμπεριλαμβάνονται:

- Ο ανοικτός υπόστυλος χώρος που βρίσκεται στην πυλωτή.
- Ο χώρος της εισόδου, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δώμα, οι διάδρομοι πολυκατοικίας και γενικώς όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι, αν θεωρηθούν ως μη θερμαινόμενοι. Αντίθετα, συμπεριλαμβάνονται κανονικά στον όγκο του κτηρίου αν θεωρηθούν θερμαινόμενοι.
- Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν είναι θερμαινόμενοι.
- Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου ή σε επαφή με αυτό, εφόσον δεν θεωρούνται θερμαινόμενοι.
- Ο χώρος του προσαρτημένου θερμοκηπίου που λειτουργεί ως παθητικό ηλιακό σύστημα (και είναι μη θερμαινόμενος χώρος).
- Ο μη κατοικήσιμος χώρος που διαμορφώνεται επάνω από την οροφή και κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη. Προφανώς, αν ο χώρος είναι κατοικήσιμος (σοφίτα), συνυπολογίζεται στον όγκο του κτηρίου και η στέγη οφείλει να θερμομονωθεί, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις του πρώτου ελέγχου, δηλαδή $U_{στέγης} \leq U_{max}$.
- Οι κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων.
- Κάθε κλειστός χώρος που δεν θεωρείται θερμαινόμενος (π.χ. εργαστήρια που από τη φύση της λειτουργίας τους δεν θερμαίνονται).
- Οι όγκοι, τους οποίους καταλαμβάνουν αίθριοι χώροι μέσα στο σώμα του κτηρίου, δηλαδή – σύμφωνα με το Γ.Ο.Κ.– τα μή στεγασμένα τμήματα του κτηρίου που περιβάλλονται από όλες τις πλευρές τους από το κτήριο ή από άλλα κτήρια του οικοπέδου.
- Οι φωταγωγοί του κτηρίου.
- Οι υποχρεωτικώς ή προαιρετικώς ακάλυπτοι χώροι.
- Κάθε ανοικτός χώρος, που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, είτε βρίσκεται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου είτε όχι.

Οι εξωτερικές επιφάνειες σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, εφόσον αποτελούν διαχωριστικά στοιχεία με θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχονται στον υπολογισμό της επιφάνειας Α στο σύνολό τους, όπως ορίζεται στην ενότητα 2.6.1.

Στα προσαρτημένα θερμοκήπια, τα οποία λειτουργούν ως παθητικά ηλιακά συστήματα, ως εξωτερική επιφάνεια λαμβάνεται ο διαχωριστικός τοίχος μεταξύ κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου και όχι η εξωτερική γυάλινη όψη του θερμοκηπίου.

Επιφάνειες του κτηρίου που έρχονται σε επαφή με εξωτερική επιφάνεια άλλου κτηρίου είτε αυτό το κτήριο βρίσκεται εντός του ιδίου οικοπέδου είτε στο όμορο (δηλαδή τα δύο κτήρια βρίσκονται σε επαφή στο διαχωριστικό όριο των δύο οικοπέδων) λαμβάνονται ως συνορεύουσες με το εξωτερικό περιβάλλον και δεν υπάρχει κάποια ξεχωριστή αντιμετώπιση.

Σε περίπτωση που ο θερμαινόμενος όγκος του κτηρίου αποτελείται από επί μέρους όγκους, που διαχωρίζονται μεταξύ τους από μη θερμαινόμενους χώρους και δεν έχουν δυνατότητα μεταξύ τους επικοινωνίας, ως όγκος του κτηρίου λαμβάνεται για τον υπολογισμό του λόγου A/V το άθροισμα όλων αυτών των επί μέρους θερμαινόμενων όγκων (π.χ. θερμαινόμενος υπόγειος χώρος που χωρίζεται από τους θερμαινόμενους ορόφους με το μη θερμαινόμενο χώρο του κλιμακοστασίου και της εισόδου της πολυκατοικίας). Ομοίως, ως εξωτερική επιφάνεια Α λαμβάνεται το άθροισμα όλων των εξωτερικών επιφανειών των θερμαινόμενων χώρων.

Σε όλες τις περιπτώσεις η εύρεση του λόγου A/V οδηγεί στον προσδιορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής του συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου όπως αυτή ορίζεται για κάθε ζώνη από τον πίνακα 7.

2.6. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m)

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτηρίου κατά την ποσοστιαία αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους. Στον υπολογισμό του U_m θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι γραμμικές θερμογέφυρες που αναπτύσσονται στα δομικά στοιχεία, ιδίως στα όρια της περιμέτρου των δομικών στοιχείων.

Στη γενική του έκφραση ο υπολογισμός του U_m προκύπτει από τον τύπο:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^{n} A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^{v} l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^{n} A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (2.19.)$$

όπου
- U_m [W/(m²·K)] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτηρίου,
- n [–] το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτηρίου,
- v [–] το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας A_j του κελύφους,
- A_j [m²] το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτηρίου,
- U_m [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτηρίου,
- ℓ_j [m] το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου,
- Ψ_j [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου,

b [–] μειωτικός συντελεστής (όπως αναλύεται στην επόμενη ενότητα για κάθε τύπο δομικού στοιχείου).

Το ευρισκόμενο πηλίκο U_m συγκρίνεται με αυτό που ορίζεται ως μέγιστο επιτρεπόμενο $U_{m,max}$ από το λόγο A/V του πίνακα 7 για κάθε κλιματική ζώνη.

Πρέπει πάντα να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,max} \quad (2.20.)$$

Αν δεν ικανοποιείται αυτή η συνθήκη, ο υπολογισμός επαναλαμβάνεται από την αρχή, έχοντας προηγουμένως βελτιώσει τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των επί μέρους δομικών στοιχείων (π.χ. αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης των αδιαφανών στοιχείων, βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων, μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων κ.ά.).

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) του κελύφους του κτηρίου θα συγκριθεί με αυτήν που προκύπτει βάσει του λόγου A/V από τον πίνακα 7.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ) λαμβάνεται από τους πίνακες 15 ή 16, που ορίζουν τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών.

2.6.1. Ο μειωτικός συντελεστής (b)

Ο μειωτικός συντελεστής (b) προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κελύφους του κτηρίου στις πραγματικές θερμοκρασιακές συνθήκες. Η κάθε ποσότητα A·U (συντελεστής μεταφοράς θερμότητας) ορίζει τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των επί μέρους δομικών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου στη μονάδα του χρόνου και για διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού - εξωτερικού περιβάλλοντος 1°C (ή 1 K). Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε επιφάνειες που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος η ποσότητα αυτή είναι υπερεκτιμημένη. Με το μειωτικό συντελεστή επιχειρείται η επαναφορά της σε μεγέθη πλησιέστερα στην πραγματικότητα.

Έτσι, ο μειωτικός συντελεστής (b) λαμβάνει τιμές όπως ορίζονται σε καθεμιά από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.**

  Ο συντελεστής λαμβάνει τιμή b = 1,0, καθώς η ποσότητα A·U θεωρείται η πραγματικά υπολογισθείσα. Η τιμή b = 1,0 ισχύει τόσο για κατακόρυφες επιφάνειες, όσο και για οριζόντιες, είτε είναι η ροή θερμότητας στις τελευταίες από επάνω προς τα κάτω είτε από κάτω προς τα επάνω.

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με όμορο κτήριο.**

  Αν και στην περίπτωση ενός όμορου κτηρίου η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που εφάπτεται σε αντίστοιχο δομικό στοιχείο του όμορου είναι μειωμένη συγκριτικά με τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας θα πρέπει να παραμένει υπερεκτιμημένη με τιμή συντελεστή b = 1,0, διότι είναι απροσδιόριστος ο χρόνος ζωής του όμορου κτηρίου. Ίδια θα είναι η αντιμετώπιση είτε οι χώροι του όμορου κτηρίου είναι θερμαινόμενοι είτε όχι.

  Αντίθετα, στην ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται η πραγματική κατάσταση του κτηρίου και αποτιμάται η πραγματικά μεταφερόμενη ποσότητα ενέργειας μέσω των δομικών στοιχείων των ερχόμενων σε επαφή με τα δομικά στοιχεία του όμορου κτηρίου.

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους του ίδιου κτηρίου.**

Σε περίπτωση που υφίστανται χώροι του ίδιου κτηρίου οι οποίοι, αν και θερμαινόμενοι, δεν συνυπολογίζονται στη μελέτη θερμικής προστασίας και επομένως παραμένουν ενδεχομένως αδιαβατικοί, τα διαχωριστικά δομικά στοιχεία προς αυτούς τους χώρους λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό κατά απλοποιητική παραδοχή με τιμή μειωτικού συντελεστή b = 0,5.

Για παράδειγμα σε περίπτωση προσθήκης νέου κτίσματος επιφάνειας μικρότερης των 50 m^2 (π.χ. ενός μόνο δωματίου) σε υφιστάμενο θερμομονωμένο ή μη θερμομονωμένο κτήριο τα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν το υφιστάμενο κτήριο από την προσθήκη υπάγονται σ' αυτήν την κατηγορία. Αν το διαχωριστικό δομικό στοιχείο αποτελεί μέρος του υφιστάμενου, θα πρέπει να θερμομονωθεί κατά την κατασκευή του νέου προστιθέμενου κτίσματος. Παρέχεται ωστόσο η δυνατότητα ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας να γίνει για το σύνολο του κτηρίου (υφιστάμενου και προσθήκης) με την προϋπόθεση της ριζικής ανακαίνισης του υφιστάμενου και της πλήρους θερμομονωτικής του προστασίας.

- **Σε οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.**

Ο μειωτικός συντελεστής διατηρεί την τιμή b = 1,0, καθώς η διόρθωση στην απόκλιση έχει ήδη γίνει κατά τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας U της διατομής, λαμβάνοντας υπόψη την αντίσταση R_{RU} του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης. Σ' αυτήν την τιμή, όπως έχει αναφερθεί στην παράγραφο 2.1.5., συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση των στρώσεων της μη θερμομονωμένης στέγης.

- **Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με κλειστό, μη θερμαινόμενο χώρο.**

Σ' αυτή την περίπτωση η ροή θερμότητας μέσω του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο από το μη θερμαινόμενο χώρο είναι ίση με τη ροή θερμότητας από το μη θερμαινόμενο χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον, επηρεασμένη κατά την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται ή απάγεται μέσω αερισμού στο μη θερμαινόμενο χώρο.

Ο μειωτικός συντελεστής (b_u), που καθορίζει την απομείωση της υπολογισθείσας ροής θερμότητας μέσω του διαχωριστικού δομικού στοιχείου μεταξύ ενός θερμαινόμενου και ενός μη θερμαινόμενου χώρου, προκύπτει από την αναλογική σχέση των μεταφερόμενων ποσοτήτων θερμότητας από τον ένα χώρο στον άλλο και κατά το βαθμό επηρεασμού τους από τον αερισμό του χώρου σύμφωνα με τον τύπο:

$$b_u = \frac{\sum(U_{ua} \cdot A_{ua}) + (n_u \cdot V_u \cdot c_{\alpha\epsilon\rho\alpha})}{\sum(U_{ua} \cdot A_{ua}) + \sum(U_{iu} \cdot A_{iu})} \quad [-] \qquad (2.21.)$$

όπου

$U_{u\alpha}$	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
U_{iu}	[W/(m²·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
$A_{u\alpha}$	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
A_{ju}	[m²]	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
n_u	[h^{-1}]	το πλήθος των εναλλαγών του αέρα ανά ώρα,
V_u	[m^3]	ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,
$c_{\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha}$	[J/(m^3·K)]	η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου: $c_{\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha}$ = 0,33 W/(m^3·K).

Πίνακες τιμών

- Το πλήθος των εναλλαγών αέρα n_u ορίζεται ανάλογα με το βαθμό αεροστεγανότητας του χώρου από τον πίνακα 8.

Ωστόσο, εναλλακτικά παρέχεται η δυνατότητα σε όλες τις περιπτώσεις που το δομικό στοιχείο έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο να ληφθεί κατά απλοποιητική παραδοχή ως τιμή του μειωτικού συντελεστή b_u = 0,50.

- **Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το έδαφος.**

Για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με έδαφος θεωρείται ότι η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής και επομένως δεν απαιτείται περαιτέρω διόρθωση. Συνεπώς, σ' αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται b=1,0.

2.6.2. Παρατηρήσεις κατά τον υπολογισμό του U_m

Για τη εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Στον υπολογισμό του U_m συμμετέχουν όλες οι επιφάνειες που περικλείουν το κέλυφος του κτηρίου. Συμμετέχουν επίσης παντός είδους επιφάνειες που συνορεύουν με αίθριους χώρους, φωταγωγούς κ.τ.λ., που βρίσκονται μέσα στο σώμα του κτηρίου, όπως περιγράφονται αναλυτικά στην ενότητα 2.4. για τον προσδιορισμό του λόγου A/V.

  Το άθροισμα όλων αυτών των επιφανειών δίνει τον παρονομαστή ΣA_j της σχέσης 2.19.

- Ο τοίχος Trombe, ο τοίχος θερμικής μάζας και γενικώς οποιοσδήποτε τοίχος ή άλλο στοιχείο θερμικής συσσώρευσης υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) κατά παραδοχή με τιμή τη μέγιστη επιτρεπόμενη από τον πίνακα 6, την προβλεπόμενη για εξωτερικό τοίχο σε επαφή με εξωτερικό αέρα της αντίστοιχης κλιματικής ζώνης.

- Το προσαρτημένο θερμοκήπιο θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος και ως εξωτερικό στοιχείο του κελύφους λαμβάνεται το διαχωριστικό δομικό στοιχείο μεταξύ του κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου. Αυτό το δομικό στοιχείο θα υπεισέρχεται στον υπολογισμό κατά παραδοχή με τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή U που προβλέπεται ανά ζώνη από τον πίνακα 6 ως εξής:
  - Για αδιαφανές δομικό στοιχείο (τοιχοποιία) με την τιμή της τοιχοποιίας, της ερχόμενης σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.
  - Για διαφανές δομικό στοιχείο (κούφωμα) με την τιμή του κουφώματος ανοίγματος.

  Αν ωστόσο ένα δομικό στοιχείο του ενδιάμεσου διαχωριστικού τοίχου του προσαρτημένου θερμοκηπίου παρουσιάζει τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U μικρότερη της μέγιστης επιτρεπόμενης, υπεισέρχεται στον υπολογισμό με αυτήν την καλύτερη τιμή.

  Όλα τα δομικά στοιχεία του προσαρτημένου θερμοκηπίου, θεωρούμενα ως δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχονται στον υπολογισμό του U_m με το μειωτικό συντελεστή, όπως αυτός υπολογίζεται από τη σχέση 2.19.

3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

1. Αραβαντινός Δ. «Η θερμομόνωση των κτιρίων και τα θερμομονωτικά υλικά», διδακτικό εγχειρίδιο για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Οικοδομική ΙΙ», Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτιρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2009.
2. Αραβαντινός Δ. «Το φράγμα υδρατμών στην εξωτερική τοιχοποιία», «Τεχνικά Χρονικά - Επιστημονική Έκδοση Τ.Ε.Ε.», περιοχή Ι, ISSN 1106-4935, τόμος 15, τεύχος 1-3, σελ. 45-58, Ιανουάριος - Δεκέμβριος 1995.
3. ΕΛΟΤ ΕΝ 1279.05+Α1 (2009). Ύαλος για δομική χρήση - Μονωμένα στοιχεία υαλοστασίων - Μέρος 5: Αξιολόγηση της συμμόρφωσης.
4. ΕΛΟΤ ΕΝ 13162 Ε2 (2009). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από ορυκτόμαλλο (MW)– Προδιαγραφή.
5. ΕΛΟΤ ΕΝ 13163 Ε2 (2009). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) – Προδιαγραφή.
6. ΕΛΟΤ ΕΝ 13164 Ε2 (2009). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από εξηλασμένο αφρό πολυστερίνης (XPS) – Προδιαγραφή.
7. ΕΛΟΤ ΕΝ 13165 Ε2 (2009). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από άκαμπτο αφρό πολυουρεθάνης (PUR)− Προδιαγραφή.
8. ΕΛΟΤ ΕΝ 13166 Ε2 (2009). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από φαινολικό αφρό (PF) – Προδιαγραφή.
9. ΕΛΟΤ ΕΝ 13167 Ε2 (2009). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από κυψελωτό γυαλί (CG) – Προδιαγραφή.
10. ΕΛΟΤ ΕΝ 13168 Ε2 (2009). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από ξυλόμαλλο (WW) – Προδιαγραφή.
11. ΕΛΟΤ ΕΝ 13169 Ε2 (2009). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένο περλίτη (EPB) – Προδιαγραφή.
12. ΕΛΟΤ ΕΝ 13170 Ε2 (2009). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένο φελό (ICB) – Προδιαγραφή.
13. ΕΛΟΤ ΕΝ 13171 Ε2 (2009). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων − Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από ίνες ξύλου (WF) – Προδιαγραφή.
14. ΕΛΟΤ ΕΝ 14316.01 (2005). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων - Επί τόπου κατασκευαζόμενη θερμομόνωση από προϊόντα διογκωμένου περλίτη (EP) - Μέρος 1: Προδιαγραφή για συνδεδεμένα και χαλαρής πλήρωσης προϊόντα πριν την εγκατάσταση.
15. ΕΛΟΤ ΕΝ 14316.02 (2007). Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων - Επί τόπου κατασκευαζόμενη θερμομόνωση από προϊόντα διογκωμένου περλίτη (EP) - Μέρος 2: Προδιαγραφή για εγκατεστημένα προϊόντα.
16. ΕΛΟΤ ΕΝ 13830 (2003). Πετάσματα όψεων - Πρότυπο προϊόντος.
17. ΕΛΟΤ ΕΝ 13947 (2007). Θερμική επίδοση τοιχοπετασμάτων - Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης.
18. ΕΛΟΤ ΕΝ 14351.01+Α1 (2010). Παράθυρα και πόρτες - Πρότυπο προϊόντος, χαρακτηριστικά επίδοσης - Μέρος 1: Παράθυρα και εξωτερικά συστήματα θυρών για πεζούς χωρίς χαρακτηριστικά πυραντίστασης ή/και διαρροής καπνού.
19. ΕΛΟΤ ΕΝ 1745 (2002). Τοιχοποιία και προϊόντα τοιχοποιίας - Μέθοδοι προσδιορισμού των θερμικών μεθόδων σχεδιασμού.
20. ΕΛΟΤ ΕΝ 572.09 (2005). Ύαλος για δομική χρήση - Βασικά προϊόντα από νάτριο-άσβεστο-πυριτική ύαλο - Μέρος 9: Αξιολόγηση της συμμόρφωσης/πρότυπο προϊόντος.

21. ΕΛΟΤ ΕΝ 771.01 (2003)+Α1 (2005). Προδιαγραφή στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 1: Στοιχεία τοιχοποιίας από άργιλο (οπτόπλινθοι).
22. ΕΛΟΤ ΕΝ 771.02 Ε2 (2003) +Α1 (2005). Προδιαγραφή στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 2: Στοιχεία τοιχοποιίας από πυριτικό ασβέστιο.
23. ΕΛΟΤ ΕΝ 771.03 (2003) +Α1 (2005). Προδιαγραφές στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 3: Στοιχεία τοιχοποιίας από σκυρόδεμα (με συνήθη και ελαφρά αδρανή).
24. ΕΛΟΤ ΕΝ 771.04 Ε2 (2003) + Α1 (2005). Προδιαγραφές στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 4: Στοιχεία τοιχοποιίας από αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα.
25. ΕΛΟΤ ΕΝ 771.05 (2004) + Α1 (2005). Προδιαγραφές στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 5: Στοιχεία τοιχοποιίας από τεχνητούς λίθους.
26. ΕΛΟΤ ΕΝ 771.06 Ε2 (2006). Προδιαγραφές στοιχείων τοιχοποιίας - Μέρος 6: Στοιχεία τοιχοποιίας από φυσικό λίθο.
27. ΕΛΟΤ ΕΝ 998.01 (2003) + AC (2005). Προδιαγραφή κονιαμάτων τοιχοποιίας- Μέρος 1: Εξωτερικά και εσωτερικά επιχρίσματα.
28. ΕΛΟΤ ΕΝ 998.02 Ε2 (2003). Προδιαγραφή κονιαμάτων τοιχοποιίας- Μέρος 2: Κονίαμα τοιχοποιίας.
29. ΕΛΟΤ ΕΝ 15824 (2009). Προδιαγραφές για εξωτερικά και εσωτερικά επιχρίσματα με βάση οργανικά συνδετικά.
30. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 10077-1 (2006). Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξωφύλλων. - Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης. - Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος.
31. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 10211 (2009). Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί.
32. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13370 Ε2 (2009). Θερμικές επιδόσεις κτηρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού.
33. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13789 Ε2 (2009). Θερμική επίδοση κτηρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού.
34. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790 Ε2 (2009). Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.
35. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 14683 (2009). Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.
36. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 6946 Ε2 (2009). Κτηριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού.
37. Κ.Υ.Α. 12395/407. Επιχρίσματα τοιχοποιίας. Φ.Ε.Κ. 1794/Β/28-8-2010.
38. Κ.Υ.Α. 12396/408. Κονιάματα τοιχοποιίας. Φ.Ε.Κ. 1794/Β/28-8-2010.
39. Κ.Υ.Α. 12397/409. Παράθυρα και εξωτερικά συστήματα θυρών για πεζούς χωρίς χαρακτηριστικά πυραντίστασης ή/και διαρροής καπνού. Φ.Ε.Κ. 1794/Β/28-8-2010.
40. Κ.Υ.Α. 15914/340. Στοιχεία τοιχοποιίας. Φ.Ε.Κ. 1557/Β/17-8-2007.
41. Κ.Υ.Α. 1781/62. Πετάσματα όψεων, πόρτες για χώρους βιομηχανικούς, εμπορικού και στάθμευσης και ύαλος για δομική χρήση. Φ.Ε.Κ. 210/Β/1-3-2010.
42. Κ.Υ.Α. 9451/208. Βιομηχανικώς παραγόμενα θερμομονωτικά προϊόντα. Φ.Ε.Κ. 815/Β/25-5-2007.
43. Κ.Υ.Α. Δ6/Β/οικ. 5825. Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. Φ.Ε.Κ. 407/Β/ 9-4-2010.
44. Λάσκος Κωνσταντίνος, Αξαρλή Κλειώ. «Εφαρμογή του προτύπου ΕΝ ISO 13790 για τον υπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση και ψύξη κτιρίου με χρήση προγραμμάτων δυναμικής προσομοίωσης», 9ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Πάφος 26-27 Μαρτίου 2009.

45. Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)», ΕΕ L.153, 18.6.2010.
46. Φ.Ε.Κ. Α' 42, νόμος 4122/19-02-2013. «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».
47. Οδηγία 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Δεκεμβρίου 1988 για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά στα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών, ΕΕΕΚ L 40, 11.2.1989, 1989.
48. Π.Δ. Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων - Κ.Θ.Κ. Φ.Ε.Κ. 362/Δ/1.6/4.7.1979.
49. Π.Δ. 334. Προϊόντα δομικών κατασκευών. Φ.Ε.Κ. 176/Α/25-10-1994.

Ξένη βιβλιογραφία

1. ASHRAE Handbook of Fundamentals. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineering., Atlanta, Georgia, Edition 2009.
2. CIBSE - Guide A: Environmental design, The Chartered Institution of Building Services Engineers, UK, 2006.
3. Clarke J A, Yaneske P P and Pinney A A. The Harmonisation of Thermal Properties of Building Materials, BEPAC Publication TN91/6 (1991).
4. EN ISO 10456:2007/AC:2009. Building materials and products - Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values - Technical Corrigendum 1.
5. prEN 16012. Thermal insulation for buildings - Reflective Thermal insulation for buildings - Reflective insulation products - Determination of the declared thermal performance.
6. prEN 16025-1 Thermal and/or sound insulating products in building construction - Bound EPS ballastings - Part 1: Requirements for factory premixed EPS dry plaster.
7. prEN 16025-2 Thermal and/ or sound insulating products in building construction - Bound EPS ballastings - Part 2: Processing of the factory premixed EPS dry plaster
8. Theodosiou T.G, Papadopoulos A.M. «The impact of thermal bridges on the energy demand of buildings with double brick wall constructions». Energy and Buildings Vol.40, 2008, pages 2083-2089.
9. Tsikaloudaki K.: «The contribution of the glazing type to the achievement of comfort in interior spaces in the region of Thessaloniki, Greece». Πρακτικά συνεδρίου σελ.199-203 «Glass Processing Days 2001», Tampere, Φινλανδία, 18-21.06.2001.

4. ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ

Πίνακας 2. Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά.

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1. Ανόργανα δομικά υλικά					
1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες					
1.1.1. Συμπαγείς λίθοι					
1.1.1.1 Ιζηματογενή πετρώματα (σκληρά)	2600	2,300	1 000	250	200
1.1.1.2 Ομογενής βράχος		3,500			
1.1.1.3 Βασάλτης	2700 - 3000	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.4 Γνεύσιος	2400 - 2700	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.5 Γρανίτης	2500 - 2700	2,800	1 000	10 000	10 000
1.1.1.6 Μάρμαρο	2800	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.7 Σχιστόλιθος	2000 - 2800	2,200	1 000	1 000	800
1.1.1.8 Ασβεστόλιθος πολύ σκληρός	2600	2,300	1 000	250	200
σκληρός	2200	1,700	1 000	200	150
ημίσκληρος	2000	1,400	1 000	50	40
1.1.2. Πορώδεις λίθοι					
1.1.2.1 Ασβεστόλιθος μαλακός	1800	1,100	1 000	40	25
πολύ μαλακός	1600	0,850	1 000	30	20
1.1.2.2 Ψαμμίτης	2600	2,300	1 000	40	30
1.1.2.3 Ιζηματογενή πετρώματα (μαλακά)	1500	0,850	1 000	30	20
1.1.2.4 Κίσηρη υπό μορφή πέτρας, λάβα, πορώδης λάβα	1600	0,550	800	20	15
1.1.2.5 Ελαφρόπετρα, θηραϊκή γη	400	0,120	1 000	8	6
1.1.2.6 Πλάκες τύπου Μάλτας (μαλτεζόπλακες)		1,050			
1.2. Γαιώδη υλικά και υλικά πλήρωσης διακένων δαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.					
1.2.1. Χώμα συμπαγές	1800	2,000			
1.2.2. Άργιλος / ιλύς	1200 - 1800	1,500	1 670 - 2 500	50	50
1.2.3. Ιλυώδης άμμος (υγρή)	1700	1,500	1 800	—	
1.2.4. Τύρφη (σε ξηρή κατάσταση)	400	0,200	1 000		
(σε υγρή κατάσταση)	900	0,500	1 500		
1.2.5. Άμμος διαμέτρου κόκκου < 5 mm	1520	0,350	800		
1.2.6. Αμμοχάλικο	2200	2,000	910 - 1180	50	50
1.2.7 Χονδρόκοκκη κίσηρη		0,190		40 180	
1.2.8 Διογκωμένος περλίτης	50 - 130	0,070	900	1 - 2	
1.2.9 Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50-10 mm, συλλεκτές και θραυστές		0,810			
1.2.10. Θραύσματα οπτόπλινθων και κεραμιδιών	1400	0,410			
1.3. Κατεργασμένη άργιλος (πηλός)					
1.3.1. Ελαφρός πηλός (κίσηρη + πηλός)	760	0,230	1 000	6	
1.3.2. Πηλός μπαγδατί		0,470			
1.3.3. Πηλός, λάσπη	1200 - 1800	1,500	1670 - 2500	50	50
1.3.4. Ωμόπλινθοι συμπαγείς	1990	0,800	1 000	10	
1.3.5. Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	300	0,100	1 500	5	
	660	0,190	1 500	5	
	1400	0,700			
1.4. Επιχρίσματα, κονιάματα στρώσεων και συνδετικά κονιάματα αρμών					
1.4.1. Ασβεστοκονίαμα	1800	0,870	1 000	15	
1.4.2. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,870	1 000	25 - 35	
	1900	1,000	1 100	35	
1.4.3. Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	1,400	1 100	25 - 35	
1.4.4. Ασβεστογυψοκονίαμα	1400	0,700	1 000	10	
1.4.5. Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1200	0,350	900	10	6
με συμπλήρωμα άμμου	1600	0,800	900	10	6
1.4.6. Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτερικά)	250	0,080	1 100	10	
	350	0,100	1 100	10	
	500	0,140	1 100	10	
1.4.7. Συνθετικά κονιάματα	1800	0,870	1 100	80 - 250	
1.4.8. Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2300	0,900		∞	

Πίνακας 2. Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά. (συνέχεια)

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1.5. Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)					
1.5.1. Σκυρόδεμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο μέσης πυκνότητας	1800	1,150	1 000	100	60
	2000	1,350	1 000	100	60
	2200	1,650	1 000	120	70
υψηλής πυκνότητα	2400	2,000	1 000	130	80
1.5.2. Οπλισμένο σκυρόδεμα χαμηλής ποιότητας (παλαιού τύπου Β120)		1,510			
1.5.3. Οπλισμένο σκυρόδεμ (1% σίδηρος)	2300	2,300	1 000	130	80
(≥2% σίδηρος)	2400	2,500	1 000	130	80
1.5.4. Γαρμπιλοσκυρόδεμα, γαρμπιλόδεμα	1500	0,640		20	
	1700	0,810		25	
	1900	1,100		35	
1.5.5. Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0,200		5 - 20	
	600	0,220		5 - 20	
	800	0,280		5 - 20	
	1000	0,350		5 - 20	
	1200	0,460		5 - 20	
1.5.6. Σύμμεικτα Ελαφροσκυρόδεμα με διογκωμένη πολυστερίνη	200	0,065		11	
	250	0,070		12	
	300	0,080		12	
	350	0,110		22	
1.5.7. Κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένο με ατμό	400	0,140	1 000	3	
	500	0,190	1 000	4	
	600	0,230	1 000	4	
	800	0,290	1 000	5	
	1000	0,350	1 000	6	
1.5.8. Περλιτόδεμα (το ειδικό βάρος εξερτάται από την κατ' όγκον αναλογία τσιμέντου : περλίτη)					
1.5.8.1 Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	350	0,130			
	450	0,140			
	500	0,160			
	600	0,200			
1.5.8.2 Περλιτόδεμα με τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	350	0,094			
	450	0,110			
	500	0,116			
	600	0,140			
1.5.9. Ελαφροβαρείς πλάκες					
1.5.9.1. Πλάκες από κισηρόδεμα	800	0,280		5 - 10	
1.5.9.2. Πλάκες από ελαφρό σκυρόδεμα με ανάμεικτα αδρανή	1400	0,580		10 - 25	
1.5.10. Πλάκες μικρού πάχους, σανίδες					
1.5.10.1 Γυψοσανίδες	700	0,210	1 000	10	4
	900	0,250	1 000	10	4
	1150	0,360	1 000	10	
1.5.10.2 Τσιμεντοσανίδες	1200 - 1300	0,28 - 0,32		20 - 30	
1.5.10.3 Ινοπλισμένες τσιμεντόπλακες	2000	0,480	1 100	60	
1.6. Λιθοσώματα					
1.6.1. Τεχνητοί λίθοι	1750	1,300	1 000	50	40
1.7. Τοιχοποιίες από λιθοσώματα, συμπεριλαμβανομένου του συνδετικού κονιάματος των αρμών [1]					
1.7.1. Τοιχοποιία από πλίνθους τσιμεντοειδούς βάσης					
1.7.1.1. Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή (ασβέστη - άμ	1200	0,560	1 000	8 - 10	
	1400	0,700	1 000	8 - 10	
	1600	0,790	1 000	15 - 25	
	1800	0,990	1 000	15 - 25	
	2000	1,100	1 100	15 - 25	
	2200	1,300	1 100	15 - 25	
1.7.1.2. Ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθοι (ελαφροτσιμεντόλιθοι)	400	0,110	1 000	3 - 5	
	500	0,130	1 000	4 - 6	
	600	0,160	1 000	5 - 7	
	700	0,190	1 000	6 - 8	
	800	0,220	1 000	8 - 10	

Πίνακας 2. Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά.

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1.7.1.3. Διάτρητες πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα	600	0,350	1 000	5 - 10	
	800	0,470	1 000	5 - 10	
	1000	0,650	1 000	5 - 10	
	1200	0,770	1 000	5 - 10	
	1400	0,910	1 000	5 - 10	
	1600	1,000	1 000	5 - 10	
1.7.1.4. Κισηρόλιθοι (πλίνθοι από φυσική ελαφρόπετρα)	500	0,170	1 000	5 - 10	
	600	0,200	1 000	5 - 10	
	700	0,220	1 000	5 - 10	
	800	0,260	1 000	5 - 10	
1.7.2. Οπτοπλινθοδομή, ανεπίχριστη, συμπεριλαμβανομένου και του κονιάματος των αρμών πάχους 12 mm					
1.7.2.1. Οπτοπλινθοδομή με πλήρεις οπτοπλίνθους	1200	0,490	1 000	10 - 25	
	1500	0,600	1 000	10 - 25	
	1700	0,680	1 000	10 - 25	
	1900	0,780	1 000	10 - 25	
1.7.2.2. Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	1200 (2)	0,450	1 000	5 - 10	
	1500 (2)	0,510	1 000	5 - 10	
	1700 (2)	0,580	1 000	5 - 10	
	1900 (2)	0,640	1 000	5 - 10	
1.7.2.3. Πορώδεις αργιλικές οπτόπλινθοι (πορώδη τούβλα)	940	0,260	1 000	10	
1.7.2.4. Οξύμαχες οπτόπλινθοι (κλίνκερ)	1800	1,800	900	100	
1.8. Υαλότουβλα	2500	1,400	840	∞	
1.9. Κεραμίδια					
1.9.1. Κεραμίδια		0,400			
1.9.2. Αργιλικά πλακίδια επιστέγασης	2000	1,000	800	40	30
2. Ξύλα					
2.1. Συμπαγής ξυλεία					
2.1.1. Κατεργασμένη και ακατέργαστη ξυλεία, γενικώς	450	0,120	1 600	50	20
	500	0,130	1 600	50	20
	700	0,180	1 600	200	50
2.1.2. Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	600	0,140	1 600	50	20
2.1.3. Οξιά	800	0,170	1 600	200	50
2.1.4. Δρυς (βελανιδιά)	800	0,210	1 600	200	50
2.1.5. Ξύλινα τεμάχια παρκέτου		0,210	1 600		
2.2. Προϊόντα ξύλου					
2.2.1. Μοριοσανίδες	300	0,100	1 700	50	10
	600	0,140	1 700	50	15
	900	0,180	1 700	50	20
2.2.2. Αντικολλητά φύλλα ξυλείας (κόντρα πλακέ)	300	0,090	1 600	150	50
	500	0,130	1 600	200	70
	700	0,170	1 600	220	90
	1000	0,240	1 600	250	110
2.2.3. Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινοσανίδες (MDF)	250	0,070	1 700	5	3
	400	0,100	1 700	10	5
	600	0,140	1 700	20	12
	800	0,180	1 700	30	20
3. Μέταλλα και γυαλί					
3.1. Γυαλί					
3.1.1. Γυαλί, υαλοπίνακας	2 500	1,00	750	∞	∞
3.1.2. Ψηφιδωτό γυαλί, υαλογράφημα	2 000	1,20	750	∞	∞
3.2. Μέταλλα					
3.2.1. Σίδηρος, χυτός	7 500	50,00	450	∞	∞
3.2.2. Χάλυβας (ατσάλι)	7 800	50,00	450	∞	∞
3.2.3. Ανοιξείδωτος χάλυβας	7 900	17,00	500	∞	∞
3.2.4. Χαλκός	8 900	380,00	380	∞	∞
3.2.5. Ορείχαλκος (κράμα χαλκού και ψευδάργυρου)	8 400	120,00	380	∞	∞
3.2.6. Μπρούντζος (κράμα χαλκού και κασσίτερου)	8 700	65,00	380	∞	∞
3.2.7. Μόλυβδος	11 300	35,00	130	∞	∞
3.2.8. Ψευδάργυρος	7 200	110,00	380	∞	∞
3.2.9. Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2 800	160,00	880	∞	∞
3.2.10. Φύλλο αλουμινίου των 125 kg/m² (ως φράγμα υδρατμών)	2 500	54,00		∞	∞
3.2.11. Φύλλο λαμαρίνας		58,00		∞	∞

Πίνακας 2. Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά.

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
4. Υλικά υποστρωμάτων και επιστρώσεων					
4.1. Λινέλαιο	1 200	0,170	1 400	1 000	800
4.2. Υποστρώματα					
4.2.1. Υπόστρωμα απο τσόχα, πίλημα	120	0,050	1 300	20	15
4.2.2. Υπόστρωμα απο κυτταρίνη, καουτσούκ ή πλαστικό	270	0,100	1 400	10 000	10 000
4.2.3. Υπόστρωμα απο λινάτσα	200	0,060	1 300	20	15
4.2.4. Υπόστρωμα φελλού	< 200	0,050	1 500	20	10
4.2.5. Υαλοϋφασμα, υαλόνημα, γεωύφασμα	60 - 140	0,040	1 030	2	2
	> 140	0,045	1 030	2	2
4.2.6. Πεπιεσμένες ορυκτές ίνες	200 - 400	0,060	1 030	10	10
4.3. Πλακίδια φελλού					
4.3.1. Απλά πλακίδια φελλού	100 - 150	0,042	1 560	10 - 30	
	> 400	0,065	1 500	40	20
4.3.2. Πλακίδια φελλού, οπλισμένα με ψαθωτή ύφανση	100 - 150	0,046	1 560	10 - 30	
4.4. Μοκέτα	200	0,060	1 300	5	5
4.5. Καουτσούκ, λάστιχο					
4.5.1. Φυσικό καουτσούκ	910	0,130	1 100	10 000	10 000
4.5.2. Νεοπρένιο (συνθετικό καουτσούκ)	1 240	0,230	2 140	10 000	10 000
4.5.3. Βουτυλικό καουτσούκ	1 200	0,240	1 400	200 000	200 000
4.5.4. Διογκωμένο καουτσούκ (αφρώδες, σπογγώδες, λατέξ)	60 - 80	0,060	1 500	7 000	7 000
4.5.5. Σκληρυμμένο (σκληρό) καουτσούκ (εβονίτης)	1 200	0,170	1 400	∞	∞
4.5.6. Μονομερές αιθυλένιο-προπυλένιο-διένιο (EPDM)	1 150	0,250	1 000	6 000	6 000
4.5.7. Πολυισοβουτυλένιο	930	0,200	1 100	10 000	10 000
4.5.8. Πολυσουλφίδια	1 700	0,400	1 000	10 000	10 000
4.5.9. Βουταδιένιο	980	0,250	1 000	100 000	100 000
4.6. Ασφαλτικά υλικά					
4.6.1. Καθαρή άσφαλτος, μαστίχη ασφάλτου, πίσσα	1 050	0,170	1 700	50 000	50 000
4.6.2. Ασφαλτικά μείγματα με αδρανή, ασφαλτικό σκυρόδεμα	2 100	0,700	1 000	50 000	50 000
4.6.3. Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2 300	0,900	920	50 000	50 000
4.6.4. Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόχαρτα)	1 100	0,190	1 000	50 000	50 000
4.6.5. Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1 100	0,230	1 000	50 000	50 000
4.7. Κεραμικά υλικά και υλικά με βάση το τσιμέντο					
4.7.1. Πλακίδια επίστρωσης τοίχων	2 000	1,050		250	
4.7.2. Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2 000	1,840	840	250	
4.7.3. Κεραμικά πλακίδια με εφυάλωση / πορσελάνες	2 300	1,300	840	∞	∞
4.7.4. Μωσαϊκό	1 900	1,200			
4.8. Συνθετικά (πλαστικά) πλακίδια	1 000	0,200	1 000	10 000	10 000
4.9. Πλάκες πεζοδρομίου	2 100	1,500	1 000	100	60
5. Συνθετικά υλικά, ρητίνες, σιλικόνες					
5.1. Πλαστικά					
5.1.1. Πολυκαρβονικά φύλλα	1 200	0,200	1 200	5 000	5 000
5.1.2. Φύλλο πολυαιθυλενί (υψηλής πυκνότητας)	980	0,500	1 800	100 000	100 000
(χαμηλής πυκνότητας)	920	0,330	2 200	100 000	100 000
5.1.3. Φύλλο χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC)	1 390	0,170	900	50 000	50 000
5.1.4. Πολυπροπυλένιο (PP)	910	0,220	1 800	10 000	10 000
5.1.5. Πολυστυρένιο (PS)	1 050	0,160	1 300	100 000	100 000
5.1.6. Ακρυλικά	1 050	0,200	1 500	10 000	10 000
5.1.7. Πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE)	2 200	0,250	1 000	10 000	10 000
5.1.8. Πολυακετόνη	1 410	0,300	1 400	100 000	100 000
5.1.9. Πολυαμίδιο	1 150	0,250	1 600	50 000	5 000
5.1.10. Πολυουρεθάνη	1 200	0,250	1 800	6 000	6 000
5.1.11. Αφρός πολυουρεθάνης (ως σφραγιστικό υλικό)	70	0,050	1 500	60	60
5.2. Ρητίνες					
5.2.1. Εποξεική (εποξειδική) ρητίνη	1 200	0,200	1 400	10 000	10 000
5.2.2. Φενολική ρητίνη	1 300	0,300	1 700	100 000	100 000
5.2.3. Πολυεστερική ρητίνη	1 400	0,190	1 200	10 000	10 000
5.3. Σιλικόνες					
5.3.1. Καθαρή σιλικόνη	1 200	0,350	1 000	5 000	5 000
5.3.2. Γέμισμα σιλικόνης	1 450	0,500	1 000	5 000	5 000
5.3.3. Σιλικονόχουχος αφρός	750	0,120	1 000	10 000	10 000
5.3.4. Κόκκοι οξειδίου του πυριτίου, πηκτή πυριτίου (silica gel)	720	0,130	1 000	∞	∞

Πίνακας 2. Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά.

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
6. Θερμομονωτικά υλικά					
6.1. Ινώδη ανόργανα υλικά					
6.1.1. Υαλοβάμβακας					
6.1.1.1 Υαλοβάμβακας σε μορφή παπλώματος	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.1.2 Υαλοβάμβακας σε μορφή πλακών	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2. Πετροβάμβακας					
6.1.2.1 Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2.2 Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3. Ορυκτοβάμβακας					
6.1.3.1 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή παπλώματος		0,039 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3.2 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή πλακών		0,037 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.2. Ανόργανα υλικά κυψελωτής δομής					
6.2.1. Αφρώδες γυαλί	125 - 140	0,040 - 0,052	1 000	100 000	100 000
6.2.2. Τρίμματα θηραϊκής γης	150 - 230	0,060 - 0,080	1 000		
6.3. Συνθετικά οργανικά υλικά κυψελωτής δομής					
6.3.1. Πλάκες ξυλόμαλου με ανόργανο συνδετικό d < 25 mm	570	0,150	1 470	2 - 5	
d ≥ 25 mm	360 - 480	0,090 - 0,100	1 470	2 - 5	
6.3.2. Φελλός					
6.3.2.1 Σκληρά πλακίδια από φελλό	> 400	0,065	1 500	40	20
6.3.2.2 Φύλλα και πλάκες από φελλό	100 - 150	0,042 - 0,046	1 560	10 - 30	
6.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη	12 - 35				
6.3.3.1 Διογκωμένη πολυστερίνη σε κόκκους		0,033 - 0,038	1 450		
6.3.3.2 Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,033 - 0,038	1 500	20 -100	
6.3.3.3 Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 550	30 - 80	
6.3.4. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη	30-40				
6.3.4.1 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,031 - 0,038	1 450	80 - 250	
6.3.4.2 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη με άνθρακα, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 451	80 - 250	
6.3.5. Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψελίδες (σε αφρό ή πλάκες)	30 - 80	0,023 - 0,030 (3)	1400 - 1500	50 - 100	
6.3.6. Φαινολικός αφρός	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50	50
6.4. Υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης					
6.4.1. Πλάκες ή μπάλες πεπιεσμένου άχυρου	200	0,040 - 0,070		2	
6.4.2. Φύκια θαλάσσης	75 - 80	0,045 - 0, 050		2	
6.4.3. Πλάκες από καλάμια	120 - 230	0,065 - 0,090	1 200		
6.4.4. Κυτταρίνη (κολλώδης)	120 - 220	0,040 - 0,060	800 - 1100		
(ινώδης)	30 - 80	0,040 - 0,45	1700 - 2100		
6.4.5. Λινάρι	20 - 80	0,038 - 0,045	1300 - 1600		
6.4.6. Βαμβάκι	20 - 60	0,040	840 - 1300		
6.4.7. Μαλλί προβάτου	25 - 30	0,040 - 0,050	960 -1300		
7. Αέρια					
7.1. Ξηρός αέρας (στους 20°C)	1,23	0,025	1 008	1	
7.2. Διοξείδιο του άνθρακα	1,95	0,014	820	1	
7.3. Αργό	1,70	0,017	519	1	
7.4. Κρυπτό	3,56	0,009	245	1	
7.5. Ξένο	5,68	0,0054	160	1	
8. Νερό					
8.1. Νερό σε υγρή φάση					
8.1.1. Νερό στους 10°C	1000	0,600	4 187	—	—
8.1.2. Νερό στους 40°C	990	0,630	4 190	—	—
8.1.3. Νερό στους 80°C	970	0,670	4 190	—	—
8.2. Νερό σε στερεά φάση					
8.2.1. Πάγος στους -10°C	920	2,300	2 000	—	—
8.2.2. Πάγος στους 0°C	900	2,200	2 000	—	—
8.2.3. Φρέσκο χιόνι (πάχος στρώσης < 30 mm)	100	0,050	2 000	—	—
8.2.4. Χιόνι, μαλακό (πάχος στρώσης 30 έως 70 mm)	200	0,120	2 000	—	—
8.2.5. Χιόνι, ελαφρώς συμπιεσμένο (πάχος στρώσης 70 έως 100 mm)	300	0,230	2 000	—	—
8.2.6. Χιόνι, συμπιεσμένο (πάχος στρώσης < 200 mm)	500	0,600	2 000	—	—

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

(1) Οι πυκνότητες που αναγράφονται σ' αυτήν την κατηγορία, εφόσον δεν ορίζονται αλλιώς αναφέρονται στα στοιχεία (λίθους, πλίνθους) και όχι στον το

(2) Η πυκνότητα αναφέρεται στο υλικό κατασκευής του στοιχείου και όχι σε ολόκληρο το στοιχείο (πλίνθο).

(3) Η αναγραφόμενη τιμή του λ της πολυουρεθάνης αντιστοιχεί σε πολυουρεθάνη 40 kg/m³. Όμως με την πάροδο του χρόνου αυτή η τιμή αυξάνεται και τότε σταδιακά μπορεί να πλησιάσει την τιμή των συνηθισμένων αφρωδών θερμομονωτικών υλικών αντίστοιχης πυκνότητας.

Οι τιμές που δίδονται στον πίνακα 2 είναι ενδεικτικές τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ (τιμές σχεδιασμού) για διάφορα υλικά.

- Για δομικά υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ ≤ 0,18 W/(m·K),
  - εφόσον υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής του λ, που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος βάσει του προτύπου προδιαγραφής τους ή βάσει ευρωπαϊκής τεχνικής έγκρισης,
  - εφόσον δεν υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής λ του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα / εργαστηρίου.
  - για στρώση υλικού πάχους μικρότερου των 2 cm και λ > 0,06 W/(m·K) της οποίας η βασική λειτουργία δεν προορίζεται να παράσχει θερμομονωτική προστασία στο δομικό στοιχείο, μπορεί να γίνεται χρήση των ενδεικτικών τιμών του πίνακα.
- Για τις τοιχοποιίες (ενότητα 1.7. στον πίνακα 2) οι τιμές που αναγράφονται είναι ενδεικτικές και αναφέρονται στον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σχεδιασμού ($λ΄_{σχεδιασμού}$) της τοιχοποιίας για ποσοστό υγρασίας 4% κατ' όγκο. Η τιμή λ΄ συμπεριλαμβάνει στις θερμικές ιδιότητες της τοιχοποιίας την επίδραση συνδετικού κονιάματος πάχους 12 mm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ = 0,80 W/(m·K).
- Για προϊόντα τοιχοποιίας με $λ΄_{σχεδιασμού}$ ≤ 0,30 W/(m·K)
  - εφόσον υπάρχει δεδηλωμένη τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, λ΄, που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος από τον κατασκευαστή βάσει της μεθοδολογίας του προτύπου EN 1745 (είτε από μετρήσεις, είτε από χρήση υπολογιστικών εργαλείων προσομοίωσης, είτε από χρήση πινακοποιημένων τιμών), αυτή θα προσαυξάνεται κατά 24% και θα λαμβάνεται ως $λ΄_{σχεδιασμού}$,
  - εάν δίνεται από τον κατασκευαστή η τιμή λ΄ σχεδιασμού, θα γίνεται απευθείας χρήση αυτής,
  - εάν ο κατασκευαστής δεν παρέχει την τιμή λ΄ αλλά την τιμή λ της μονάδας τοιχοποιίας (π.χ. της οπτοπλίνθου) θα ακολουθείται η μεθοδολογία που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.9.,
  - σε κάθε περίπτωση όταν η τιμή λ΄ δίνεται από τον κατασκευαστή για συνδετικό κονίαμα με λ<0,80 W/(m·K) η τιμή λ του συνδετικού κονιάματος θα λαμβάνεται από την ετικέτα σήμανσης CE του υλικού.

Πίνακας 3α. *Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης επιφανειακού στρώματος αέρα κατά ISO 6946 (πηγή: ISO 6946).*

Α/Α	**Κατεύθυνση θερμικής ροής**	**Συντελεστές θερμικής μετάβασης**		**Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης**	
		$1/R_i$	**$1/R_a$**	**R_i**	**R_a**
		W/(m²·K)	**W/(m²·K)**	**(m²·K)/W**	**(m²·K)/W**
1	Οριζόντια θερμική ροή	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα άνω	10,00	25,00	0,10	0,04
3	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα κάτω	5,88	25,00	0,17	0,04

Πίνακας 3β. *Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο (πηγή: πρωτότυπος πίνακας, επεξεργασμένος βάσει του ISO 6946).*

Α/Α	**Δομικό στοιχείο**	**Συντελεστές θερμικής μετάβασης**		**Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης**	
		$1/R_i$	**$1/R_a$**	**R_i**	**R_a**
		W/(m²·K)	**W/(m²·K)**	**(m²·K)/W**	**(m²·K)/W**
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,70	7,70	0,13	0,13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7,70	–	0,13	0,00
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	25,00	0,10	0,04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	10,00	0,10	0,10
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25,00	0,17	0,04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	5,88	0,17	0,17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5,88	–	0,17	0,00

Παρατηρήσεις

- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εσωτερικού χώρου θ_i = 20°C.
- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εξωτερικού χώρου θ_a = 0°C και ταχύτητα ανέμου υ = 4 m/s.

Πίνακας 4α. *Θερμική αντίσταση μη αεριζόμενου στρώματος αέρα, ευρισκόμενου πρακτικά σε κατάσταση ηρεμίας*

Πάχος ακίνητης στρώσης αέρα	Χωρίς ανακλαστική επιφάνεια (ε = 0,80) σε καμιά πλευρά του διακένου			Με ανακλαστική επιφάνεια (ε = 0,05) στη μία πλευρά του διακένου		
	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω
mm	m²·K/W	m²·K/W	m²·K/W	m²·K/W	m²·K/W	m²·K/W
5	0,11	0,11	0,11	0,19	0,19	0,19
7	0,13	0,13	0,13	0,26	0,26	0,26
10	0,15	0,15	0,15	0,36	0,36	0,36
15	0,17	0,16	0,17	0,52	0,45	0,52
25	0,18	0,16	0,19	0,67	0,45	0,80
50	0,18	0,16	0,21	0,67	0,45	0,80
100	0,18	0,16	0,22	0,67	0,45	0,80
300	0,18	0,16	0,23	0,67	0,45	0,80

Πάχος ακίνητης στρώσης αέρα	Με ανακλαστική επιφάνεια (ε = 0,10) στη μία πλευρά του διακένου			Με ανακλαστική επιφάνεια (ε = 0,20) στη μία πλευρά του διακένου		
	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω
mm	m²·K/W	m²·K/W	m²·K/W	m²·K/W	m²·K/W	m²·K/W
5	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
7	0,25	0,25	0,25	0,22	0,22	0,22
10	0,33	0,33	0,33	0,29	0,29	0,29
15	0,46	0,41	0,46	0,38	0,34	0,38
25	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,50
50	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,67
100	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,75
300	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,75

Παρατηρήσεις

- Οι τιμές του πίνακα δίνονται για στρώση αέρα που ορίζεται μεταξύ δύο παράλληλων επιφανειών, οι οποίες είναι κάθετες στην κατεύθυνση της θερμικής ροής και υπό τις προϋποθέσεις ότι:
  - ο αέρας βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα στο δομικό στοιχείο, δηλαδή δεν έχει εναλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου,
  - η στρώση έχει πάχος μικρότερο του 1/10 εκάστης των άλλων δύο διαστάσεων και πάντως όχι μεγαλύτερο των 30 cm.
- Ως οριζόντια θεωρείται η θερμική ροή που παρουσιάζει απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο μέχρι ±30°.
- Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα στην περίπτωση τοποθέτησης ανακλαστικής μεμβράνης στη μία πλευρά του διακένου έχει υπολογιστεί με βάση τη μεθοδολογία του προτύπου ISO 6946 (παράρτημα Β) για μέση τιμή θερμοκρασίας 10^{o}C και διαφορά θερμοκρασίας κατά το πλάτος του διακένου ίση με 5 Κ. Θεωρήθηκε ότι η μία κατακόρυφη επιφάνεια του διακένου διαμορφώνεται από συμβατικά δομικά υλικά (π.χ. σκυρόδεμα ή

οπτόπλινθους) με εκπεμπτικότητα ίση με ε = 0,8. Η εκπεμπτικότητα της ανακλαστικής μεμβράνης που εφαρμόζεται στη δεύτερη πλευρά του διακένου λήφθηκε διαδοχικά ίση με 0,05, 0,10 και 0,20.

Πίνακας 4β. *Θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου υαλοπίνακα.*

Πάχος διακένου mm	**Θερμική αντίσταση διακένου υαλοπινάκων $R_{δ,w}$ [W/(m²·K)]**		
	Χωρίς επίστρωση	**Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ίσης με:**	
		0,20	**0,10**
6	0,127	0,191	0,211
9	0,154	0,259	0,299
12	0,173	0,316	0,377
15	0,186	0,364	0,447
50	0,179	0,336	0,406

Παρατήρηση

- Οι τιμές του πίνακα ισχύουν για κατακόρυφα τοποθετημένα παράθυρα με αέρα στο διάκενο.

Πίνακας 5. *Η θερμική αντίσταση που προβάλλει στρώμα αέρα μεταξύ οριζόντιας θερμομονωμένης οροφής και κεκλιμένης στέγης (πηγή: ISO 6946).*

Α/Α	**Περιγραφή της οροφής**	**R_u**
		(m²·K)/W
1	Κεραμοσκεπή επί τεγίδων και χωρίς ενδιάμεσο σανίδωμα ή στεγανοποιητική υδρατμοδιαπερατή μεμβράνη.	0,06
2	Φυλλοειδής στέγη ή κεραμοσκεπή με σανίδωμα ή μεμβράνη κάτω από τα κεραμίδια.	0,20
3	Φυλλοειδής στέγη ή κεραμοσκεπή με σανίδωμα ή μεμβράνη κάτω από τα κεραμίδια και με επικάλυψη φύλλου αλουμινίου ή άλλη χαμηλής εκπομπής επιφάνεια κάτω από τα κεραμίδια.	0,30
4	Στέγη αποτελούμενη από σανίδωμα και μεμβράνη.	0,30

Παρατήρηση

- Στις τιμές του R_u συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση που προβάλλουν οι στρώσεις της κεκλιμένης στέγης.

Πίνακας 6. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη (πηγή: K.Ev.A.K.).*

Δομικό στοιχείο	**Σύμβολο**	**Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m²·K)]**			
		Ζώνη Α	**Ζώνη Β**	**Ζώνη Γ**	**Ζώνη Δ**
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U_R	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_T	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	U_{FA}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U_{TU}	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U_{TB}	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U_{FU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U_{FB}	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U_W	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U_{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 7. *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του (πηγή: K.Ev.A.K.).*

Λόγος A/V [m⁻¹]	**Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m [W/(m²·K)]**			
	Ζώνη Α	**Ζώνη Β**	**Ζώνη Γ**	**Ζώνη Δ**
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Πίνακας 8. *Εναλλαγές αέρα ανά ώρα ενός μη αεριζόμενου χώρου με το εξωτερικό του περιβάλλον βάσει του βαθμού αεροστεγανότητάς του (πηγή: ISO 13789).*

Α/Α	**Βαθμός αεροστεγανότητας**	**Εναλλαγές αέρα ανά ώρα n_u**
		[h^{-1}]
1	Χωρίς ανοίγματα, υψηλή αεροστεγανότητα, χωρίς αερισμό	0,1
2	Υψηλή αεροστεγανότητα, χωρίς χρήση ανοιγμάτων για αερισμό	0,5
3	Υψηλή αεροστεγανότητα, μικρά ανοίγματα για αερισμό	1
4	Χωρίς αεροστεγανότητα λόγω τοπικών διαμπερών αρμών ή λόγω μόνιμα ανοικτών ανοιγμάτων για αερισμό	3
5	Χωρίς αεροστεγανότητα λόγω μεγάλου πλήθους διαμπερών αρμών ή μεγάλων ή πολλών μόνιμα ανοικτών ανοιγμάτων για αερισμό	10

Πίνακας 9α. *Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος U_{FB}' [W/(m²·K)] πλάκας.*

Ονομαστικός συντελεστής U_{FB} [W/(m²·K)]	**z (m)**	**χαρακτηριστική διάσταση πλάκας Β΄(m)**									
		≤2	**4**	**6**	**8**	**10**	**14**	**18**	**22**	**26**	**≥30**
4,50	0,00	1,21	0,83	0,64	0,53	0,45	0,36	0,30	0,25	0,22	0,20
	0,50	1,05	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	1,00	0,92	0,68	0,54	0,45	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,50	0,82	0,62	0,50	0,42	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	2,00	0,74	0,57	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,50	0,67	0,53	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	3,00	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,50	0,42	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	6,00	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	9,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
3,00	0,00	1,06	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	0,50	0,93	0,68	0,54	0,46	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,00	0,83	0,63	0,51	0,43	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	1,50	0,74	0,58	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,00	0,68	0,54	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,50	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	3,00	0,58	0,47	0,40	0,34	0,31	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,47	0,40	0,34	0,30	0,27	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14
	6,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	9,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
2,00	0,00	0,89	0,66	0,53	0,45	0,39	0,31	0,26	0,22	0,20	0,18
	0,50	0,80	0,61	0,49	0,42	0,36	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17
	1,00	0,72	0,56	0,46	0,39	0,35	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16
	1,50	0,66	0,53	0,44	0,37	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,00	0,61	0,49	0,41	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,50	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
	3,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	4,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	6,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	9,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
1,50	0,00	0,77	0,59	0,48	0,41	0,36	0,29	0,24	0,21	0,19	0,17
	0,50	0,70	0,55	0,45	0,39	0,34	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	1,00	0,64	0,51	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,16
	1,50	0,59	0,48	0,40	0,35	0,31	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,00	0,55	0,45	0,38	0,33	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15
	2,50	0,52	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	3,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	4,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	6,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	9,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11

Πίνακας 9α. *(συνέχεια). Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος U_{FB}' [W/(m^2·K)] πλάκας.*

Ονομαστικός συντελεστής U_{FB} [W/(m^2·K)]	**z (m)**	**χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B΄(m)**									
		≤2	**4**	**6**	**8**	**10**	**14**	**18**	**22**	**26**	**≥30**
1,00	0,00	0,61	0,49	0,41	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	0,50	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	1,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	2,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	3,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	6,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	9,00	0,26	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
0,90	0,00	0,57	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,17	0,15
	0,50	0,53	0,44	0,37	0,33	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,50	0,41	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,50	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,00	0,44	0,37	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13
	2,50	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	6,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	9,00	0,25	0,22	0,20	0,19	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
0,80	0,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	0,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	2,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	4,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	9,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
0,70	0,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	0,50	0,45	0,38	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	1,50	0,41	0,34	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,37	0,32	0,28	0,25	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	3,00	0,35	0,30	0,27	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	4,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10

Πίνακας 9α. *(συνέχεια). Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος U_{FB}' [W/(m^2·K)] πλάκας.*

Ονομαστικός συντελεστής U_{FB} [W/(m^2·K)]	**z (m)**	**χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B΄(m)**									
		≤2	**4**	**6**	**8**	**10**	**14**	**18**	**22**	**26**	**≥30**
0,60	0,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	0,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,50	0,37	0,32	0,28	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	2,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	2,50	0,34	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	3,00	0,33	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	4,50	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,26	0,23	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
0,50	0,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	0,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	1,00	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	1,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	3,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	4,50	0,27	0,24	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
	9,00	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10

Πίνακας 9β. *Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U_{TB}' [W/(m^2·K)] ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U_{TB} [W/(m^2·K)] που εκτείνεται σε βάθος z [m].*

z (m)	Ονομαστικός συντελεστής U_{TB} [W/(m^2·K)]											
	4,50	**3,00**	**2,00**	**1,50**	**1,00**	**0,90**	**0,80**	**0,70**	**0,60**	**0,50**	**0,40**	**0,30**
0,50	2,14	1,70	1,30	1,06	0,77	0,71	0,64	0,57	0,50	0,43	0,35	0,27
1,00	1,59	1,31	1,05	0,88	0,67	0,62	0,57	0,51	0,45	0,39	0,32	0,25
1,50	1,30	1,09	0,89	0,76	0,59	0,55	0,51	0,47	0,42	0,36	0,30	0,24
2,00	1,10	0,94	0,78	0,68	0,54	0,50	0,47	0,43	0,39	0,34	0,29	0,23
2,50	0,97	0,83	0,70	0,61	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	0,32	0,27	0,22
3,00	0,87	0,75	0,64	0,56	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,30	0,26	0,21
4,50	0,67	0,59	0,51	0,45	0,38	0,36	0,34	0,31	0,29	0,26	0,23	0,19
6,00	0,56	0,49	0,43	0,39	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,20	0,17
9,00	0,42	0,38	0,33	0,30	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15

Παρατηρήσεις

- Οι πίνακες 9α και 9β προέκυψαν με χρήση της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται αναλυτικά στο ευρωπαϊκό πρότυπο EN ISO 13370 (2007). Για τους υπολογισμούς έγιναν οι εξής παραδοχές:
    1. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του εδάφους θεωρήθηκε ίσος με 2,0 W/(m·K)
    2. Το πάχος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων που εδράζονται επί της πλάκας έχουν συνολικό πάχος 30 cm.
    3. Το συνολικό ισοδύναμο πάχος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων είναι μικρότερο από το συνολικό ισοδύναμο πάχος της πλάκας.
- Σύμφωνα με το EN ISO 13370 (2007) οι τιμές των πινάκων ισχύουν για χρήση εσωτερικών διαστάσεων. Επειδή όμως για όλους τους υπόλοιπους υπολογισμούς γίνεται χρήση εξωτερικών διαστάσεων και το σφάλμα που προκύπτει από την χρήση των πινάκων με εξωτερικές διαστάσεις είναι μικρό, για λόγους απλοποίησης οι υπολογισμοί που θα γίνονται με χρήση των πινάκων θα βασίζονται σε εξωτερικές διαστάσεις.

Πίνακας 10α. *Συντελεστές θερμοπερατότητας U_w [W/(m²·K)] δίφυλλου κουφώματος διαστάσεων 1,23 m × 1,48 m. Συνθετικό / ξύλινο πλαίσιο.*

	U_f W/(m²·K)	διπλός υαλοπίνακας			διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής σε ένα ή δύο φύλλα					
		U_g W/(m²·K)								
		3,3	***3,1***	***2,8***	***2,6***	***2,4***	***2,0***	***1,6***	***1,2***	***0,8***
ποσοστό πλαισίου= 26% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 7,5cm	***2,8***	3,59	3,44	3,21	3,21	3,05	2,76	2,46	2,16	1,86
	2,6	3,53	3,39	3,16	3,15	3,00	2,70	2,41	2,11	1,81
	2,4	3,48	3,33	3,11	3,10	2,95	2,65	2,36	2,06	1,76
	2,2	3,43	3,28	3,06	3,05	2,90	2,60	2,30	2,01	1,71
	2,0	3,38	3,23	3,01	3,00	2,85	2,55	2,25	1,96	1,66
	1,8	3,33	3,18	2,96	2,95	2,80	2,50	2,20	1,90	1,61
	1,6	3,28	3,13	2,91	2,90	2,75	2,45	2,15	1,85	1,56
	1,4	3,23	3,08	2,86	2,84	2,70	2,40	2,10	1,80	1,50
	1,2	3,18	3,03	2,80	2,79	2,64	2,35	2,05	1,75	1,45
	1,0	3,13	2,98	2,75	2,74	2,59	2,30	2,00	1,70	1,40
ποσοστό πλαισίου= 33% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 10cm	***2,8***	3,57	3,44	3,24	3,25	3,11	2,85	2,58	2,31	2,05
	2,6	3,50	3,37	3,17	3,18	3,05	2,78	2,51	2,25	1,98
	2,4	3,44	3,30	3,10	3,12	2,98	2,71	2,45	2,18	1,91
	2,2	3,37	3,24	3,04	3,05	2,92	2,65	2,38	2,11	1,85
	2,0	3,30	3,17	2,97	2,98	2,85	2,58	2,31	2,05	1,78
	1,8	3,24	3,10	2,90	2,92	2,78	2,52	2,25	1,98	1,71
	1,6	3,17	3,04	2,84	2,85	2,72	2,45	2,18	1,91	1,65
	1,4	3,10	2,97	2,77	2,78	2,65	2,38	2,12	1,85	1,58
	1,2	3,04	2,90	2,70	2,72	2,58	2,32	2,05	1,78	1,51
	1,0	2,97	2,84	2,64	2,65	2,52	2,25	1,98	1,72	1,45
ποσοστό πλαισίου= 41% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 12,5cm	***2,8***	3,56	3,44	3,26	3,30	3,18	2,94	2,70	2,46	2,23
	2,6	3,48	3,36	3,18	3,22	3,10	2,86	2,62	2,38	2,15
	2,4	3,40	3,28	3,10	3,14	3,02	2,78	2,54	2,30	2,06
	2,2	3,32	3,20	3,02	3,05	2,94	2,70	2,46	2,22	1,98
	2,0	3,24	3,12	2,94	2,97	2,85	2,62	2,38	2,14	1,90
	1,8	3,15	3,04	2,86	2,89	2,77	2,54	2,30	2,06	1,82
	1,6	3,07	2,95	2,78	2,81	2,69	2,45	2,22	1,98	1,74
	1,4	2,99	2,87	2,69	2,73	2,61	2,37	2,14	1,90	1,66
	1,2	2,91	2,79	2,61	2,65	2,53	2,29	2,05	1,82	1,58
	1,0	2,83	2,71	2,53	2,57	2,45	2,21	1,97	1,74	1,50

Πίνακας 10β. *Συντελεστές θερμοπερατότητας U_w [W/(m²·K)] δίφυλλου κουφώματος διαστάσεων 1,48 m × 2,18 m. Συνθετικό/ ξύλινο πλαίσιο.*

	U_f W/(m²·K)	Διπλός υαλοπίνακας			Διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής σε ένα ή δύο φύλλα					
		U_g W/(m²·K)								
		3,3	***3,1***	***2,8***	***2,6***	***2,4***	***2,0***	***1,6***	***1,2***	***0,8***
ποσοστό πλαισίου = 19% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου = 7,5 cm	***2,8***	3,51	3,34	3,10	3,04	2,88	2,56	2,24	1,91	1,59
	2,6	3,47	3,31	3,06	3,00	2,84	2,52	2,20	1,88	1,55
	2,4	3,43	3,27	3,03	2,97	2,80	2,48	2,16	1,84	1,51
	2,2	3,39	3,23	2,99	2,93	2,77	2,44	2,12	1,80	1,48
	2,0	3,35	3,19	2,95	2,89	2,73	2,40	2,08	1,76	1,44
	1,8	3,31	3,15	2,91	2,85	2,69	2,37	2,04	1,72	1,40
	1,6	3,27	3,11	2,87	2,81	2,65	2,33	2,00	1,68	1,36
	1,4	3,23	3,07	2,83	2,77	2,61	2,29	1,97	1,64	1,32
	1,2	3,20	3,03	2,79	2,73	2,57	2,25	1,93	1,60	1,28
	1,0	3,16	3,00	2,75	2,69	2,53	2,21	1,89	1,57	1,24
ποσοστό πλαισίου = 25% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου = 10 cm	***2,8***	3,49	3,34	3,12	3,07	2,92	2,62	2,33	2,03	1,73
	2,6	3,44	3,29	3,06	3,02	2,87	2,57	2,27	1,98	1,68
	2,4	3,39	3,24	3,01	2,97	2,82	2,52	2,22	1,93	1,63
	2,2	3,34	3,19	2,96	2,92	2,77	2,47	2,17	1,87	1,58
	2,0	3,28	3,14	2,91	2,87	2,72	2,42	2,12	1,82	1,53
	1,8	3,23	3,08	2,86	2,82	2,67	2,37	2,07	1,77	1,47
	1,6	3,18	3,03	2,81	2,77	2,62	2,32	2,02	1,72	1,42
	1,4	3,13	2,98	2,76	2,72	2,57	2,27	1,97	1,67	1,37
	1,2	3,08	2,93	2,71	2,66	2,52	2,22	1,92	1,62	1,32
	1,0	3,03	2,88	2,66	2,61	2,46	2,17	1,87	1,57	1,27
ποσοστό πλαισίου = 31% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου = 12,5 cm	***2,8***	3,47	3,33	3,13	3,10	2,96	2,69	2,41	2,14	1,86
	2,6	3,41	3,27	3,07	3,04	2,90	2,62	2,35	2,07	1,80
	2,4	3,35	3,21	3,00	2,98	2,84	2,56	2,29	2,01	1,74
	2,2	3,29	3,15	2,94	2,91	2,78	2,50	2,22	1,95	1,67
	2,0	3,22	3,09	2,88	2,85	2,71	2,44	2,16	1,89	1,61
	1,8	3,16	3,02	2,82	2,79	2,65	2,38	2,10	1,82	1,55
	1,6	3,10	2,96	2,75	2,73	2,59	2,31	2,04	1,76	1,49
	1,4	3,04	2,90	2,69	2,66	2,53	2,25	1,98	1,70	1,42
	1,2	2,97	2,84	2,63	2,60	2,46	2,19	1,91	1,64	1,36
	1,0	2,91	2,77	2,57	2,54	2,40	2,13	1,85	1,58	1,30

Πίνακας 10γ. *Συντελεστές θερμοπερατότητας U_w [W/(m²·K)] δίφυλλου κουφώματος διαστάσεων 1,23 m × 1,48 m. Μεταλλικό πλαίσιο.*

	U_f W/(m²·K)	Διπλός υαλοπίνακας			Διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής σε ένα ή δύο φύλλα					
		U_g W/(m²·K)								
		3,3	3,1	2,8	2,6	2,4	2,0	1,6	1,2	0,8
ποσοστό πλαισίου = 26% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου = 7,5 cm	**7,0**	4,38	4,23	4,01	4,07	3,92	3,62	3,32	3,03	2,73
	3,8	3,98	3,83	3,61	3,66	3,52	3,22	2,92	2,62	2,32
	3,4	3,88	3,73	3,50	3,56	3,41	3,12	2,82	2,52	2,22
	3,0	3,77	3,63	3,40	3,46	3,31	3,01	2,72	2,42	2,12
	2,6	3,67	3,52	3,30	3,36	3,21	2,91	2,61	2,32	2,02
	2,2	3,57	3,42	3,20	3,26	3,11	2,81	2,51	2,21	1,92
	2,0	3,52	3,37	3,15	3,20	3,06	2,76	2,46	2,16	1,86
	1,8	3,47	3,32	3,10	3,15	3,00	2,71	2,41	2,11	1,81
	1,6	3,42	3,27	3,04	3,10	2,95	2,66	2,36	2,06	1,76
	1,4	3,37	3,22	2,99	3,05	2,90	2,60	2,31	2,01	1,71
	1,2	3,31	3,17	2,94	3,00	2,85	2,55	2,26	1,96	1,66
	1,0	3,26	3,11	2,89	2,95	2,80	2,50	2,20	1,91	1,61
ποσοστό πλαισίου = 33% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου = 10 cm	**7,0**	4,68	4,54	4,34	4,43	4,29	4,03	3,76	3,49	3,22
	3,8	4,05	3,91	3,71	3,80	3,67	3,40	3,13	2,86	2,60
	3,4	3,92	3,78	3,58	3,67	3,53	3,27	3,00	2,73	2,46
	3,0	3,78	3,65	3,45	3,53	3,40	3,13	2,87	2,60	2,33
	2,6	3,65	3,52	3,32	3,40	3,27	3,00	2,73	2,47	2,20
	2,2	3,52	3,38	3,18	3,27	3,13	2,87	2,60	2,33	2,07
	2,0	3,45	3,32	3,12	3,20	3,07	2,80	2,53	2,27	2,00
	1,8	3,38	3,25	3,05	3,13	3,00	2,73	2,47	2,20	1,93
	1,6	3,32	3,18	2,98	3,07	2,93	2,67	2,40	2,13	1,87
	1,4	3,25	3,12	2,92	3,00	2,87	2,60	2,33	2,07	1,80
	1,2	3,18	3,05	2,85	2,93	2,80	2,53	2,27	2,00	1,73
	1,0	3,12	2,98	2,78	2,87	2,73	2,47	2,20	1,93	1,67
ποσοστό πλαισίου = 41% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου = 12,5 cm	**7,0**	4,95	4,83	4,66	4,77	4,65	4,41	4,17	3,93	3,70
	3,8	4,12	4,00	3,82	3,93	3,81	3,58	3,34	3,10	2,86
	3,4	3,96	3,84	3,66	3,77	3,65	3,41	3,18	2,94	2,70
	3,0	3,79	3,68	3,50	3,61	3,49	3,25	3,01	2,78	2,54
	2,6	3,63	3,51	3,34	3,45	3,33	3,09	2,85	2,61	2,38
	2,2	3,47	3,35	3,17	3,29	3,17	2,93	2,69	2,45	2,21
	2,0	3,39	3,27	3,09	3,20	3,09	2,85	2,61	2,37	2,13
	1,8	3,31	3,19	3,01	3,12	3,00	2,77	2,53	2,29	2,05
	1,6	3,23	3,11	2,93	3,04	2,92	2,69	2,45	2,21	1,97
	1,4	3,15	3,03	2,85	2,96	2,84	2,60	2,37	2,13	1,89
	1,2	3,07	2,95	2,77	2,88	2,76	2,52	2,29	2,05	1,81
	1,0	2,98	2,87	2,69	2,80	2,68	2,44	2,20	1,97	1,73

Πίνακας 10δ. *Συντελεστές θερμοπερατότητας U_w [W/(m²·K)] δίφυλλου κουφώματος διαστάσεων 1,48 m × 2,18 m. Μεταλλικό πλαίσιο.*

	U_f W/(m²·K)	Διπλός υαλοπίνακας			Διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής σε ένα ή δύο φύλλα					
		U_g W/(m²·K)								
		3,3	*3,1*	*2,8*	*2,6*	*2,4*	*2,0*	*1,6*	*1,2*	*0,8*
ποσοστό πλαισίου = 19% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου = 7,5 cm	**7,0**	4,12	3,96	3,72	3,71	3,55	3,22	2,90	2,58	2,26
	3,8	3,80	3,64	3,40	3,39	3,23	2,91	2,58	2,26	1,94
	3,4	3,72	3,56	3,32	3,31	3,15	2,83	2,51	2,18	1,86
	3,0	3,65	3,48	3,24	3,23	3,07	2,75	2,43	2,11	1,78
	2,6	3,57	3,41	3,17	3,16	2,99	2,67	2,35	2,03	1,71
	2,2	3,49	3,33	3,09	3,08	2,92	2,59	2,27	1,95	1,63
	2,0	3,45	3,29	3,05	3,04	2,88	2,56	2,23	1,91	1,59
	1,8	3,41	3,25	3,01	3,00	2,84	2,52	2,19	1,87	1,55
	1,6	3,37	3,21	2,97	2,96	2,80	2,48	2,16	1,83	1,51
	1,4	3,34	3,17	2,93	2,92	2,76	2,44	2,12	1,79	1,47
	1,2	3,30	3,14	2,89	2,88	2,72	2,40	2,08	1,76	1,43
	1,0	3,26	3,10	2,85	2,85	2,68	2,36	2,04	1,72	1,39
ποσοστό πλαισίου = 25% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου = 10 cm	**7,0**	4,35	4,20	3,97	3,98	3,83	3,53	3,24	2,94	2,64
	3,8	3,85	3,70	3,47	3,48	3,33	3,04	2,74	2,44	2,14
	3,4	3,75	3,60	3,37	3,38	3,23	2,93	2,64	2,34	2,04
	3,0	3,64	3,49	3,27	3,28	3,13	2,83	2,53	2,24	1,94
	2,6	3,54	3,39	3,17	3,18	3,03	2,73	2,43	2,13	1,84
	2,2	3,44	3,29	3,07	3,08	2,93	2,63	2,33	2,03	1,73
	2,0	3,39	3,24	3,02	3,03	2,88	2,58	2,28	1,98	1,68
	1,8	3,34	3,19	2,97	2,97	2,83	2,53	2,23	1,93	1,63
	1,6	3,29	3,14	2,92	2,92	2,77	2,48	2,18	1,88	1,58
	1,4	3,24	3,09	2,86	2,87	2,72	2,43	2,13	1,83	1,53
	1,2	3,19	3,04	2,81	2,82	2,67	2,37	2,08	1,78	1,48
	1,0	3,14	2,99	2,76	2,77	2,62	2,32	2,03	1,73	1,43
ποσοστό πλαισίου = 31% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου = 12,5 cm	**7,0**	4,56	4,43	4,22	4,25	4,11	3,83	3,56	3,28	3,01
	3,8	3,89	3,76	3,55	3,58	3,44	3,16	2,89	2,61	2,34
	3,4	3,77	3,63	3,42	3,45	3,31	3,04	2,76	2,49	2,21
	3,0	3,64	3,51	3,30	3,33	3,19	2,91	2,64	2,36	2,09
	2,6	3,52	3,38	3,18	3,20	3,06	2,79	2,51	2,24	1,96
	2,2	3,39	3,26	3,05	3,08	2,94	2,66	2,39	2,11	1,84
	2,0	3,33	3,19	2,99	3,01	2,88	2,60	2,33	2,05	1,78
	1,8	3,27	3,13	2,93	2,95	2,81	2,54	2,26	1,99	1,71
	1,6	3,21	3,07	2,86	2,89	2,75	2,48	2,20	1,93	1,65
	1,4	3,14	3,01	2,80	2,83	2,69	2,41	2,14	1,86	1,59
	1,2	3,08	2,94	2,74	2,76	2,63	2,35	2,08	1,80	1,53
	1,0	3,02	2,88	2,68	2,70	2,56	2,29	2,01	1,74	1,46

Πίνακας 11. *Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας πλαισίου (πηγή: EN ISO 10077-1).*

Υλικό πλαισίου	**Χαρακτηριστικό πλαισίου**	**Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου U_f [W/(m²·K)]**
Μεταλλικό πλαίσιο	Χωρίς θερμοδιακοπή	7,0
	Με θερμοδιακοπή	1,0 - 4,0
Συνθετικό πλαίσιο	Πολυουρεθάνη	2,8
	PVC με δύο θαλάμους	2,2
	PVC με τρεις θαλάμους	2,0
	PVC πολυθαλαμικό	1,0 - 2,0
Ξύλινο πλαίσιο	Σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 5 cm	2,4
	Μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 5 cm	2,0
	Σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 10 cm	1,7
	Μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 10 cm	1,5

Πίνακας 12. *Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας υαλοπινάκων (πηγή: ΕΝ ISO 10077-1).*

Υάλωση			**U_g [W/(m²·K)] για διαφορετικούς τύπους αερίων στο διάκενο των υαλοπινάκων**			
Τύπος υάλωσης	**Υαλοπίνακας**	**Συντελεστής εκπομπής**	**Διαστάσεις**	**Αέρας**	**Αργό**	**Κρυπτό**
Διπλή	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8
			4-8-4	3,1	2,9	2,7
			4-12-4	2,8	2,7	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου	≤0,1	4-6-4	2,6	2,2	1,7
			4-8-4	2,2	1,9	1,4
			4-12-4	1,8	1,5	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3
			4-20-4	1,6	1,4	1,4
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου	≤0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5
			4-8-4	2,1	1,7	1,3
			4-12-4	1,7	1,3	1,1
			4-16-4	1,4	1,2	1,2
			4-20-4	1,5	1,2	1,2
Τριπλή	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	≤ 0,1	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	≤ 0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5

Πίνακας 13. *Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου - υαλοπίνακα. (Πηγή: ΕΝ ISO 10077-1).*

Τύπος πλαισίου	**Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ_g [W/(m·K)]**	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	**Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής**
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

Πίνακας 14α. *Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας* $\Psi_{dp,g}$ *και* $\Psi_{tr,g}$*, που χρησιμοποιούνται σε ορθοστάτες και τραβέρσες.*

Τύπος πλαισίου τοιχοπετάσματος	**Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων** $\Psi_{dp,g}$, $\Psi_{tr,g}$ **[W/(m·K)]**	
	Δίδυμος ή τριπλός υαλοπίνακας χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	**Δίδυμος ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής**
Αλουμίνιο - ξύλο για συνήθεις τύπους αποστάτη	0,08	0,11
Μέταλλο με θερμοδιακοπή για συνήθεις τύπους αποστάτη	0,15	0,19
Αλουμίνιο - ξύλο για θερμικά βελτιωμένους τύπους αποστάτη	0,06	0,08
Μέταλλο με θερμοδιακοπή για θερμικά βελτιωμένους τύπους αποστάτη	0,10	0,12

Πίνακας 14β. *Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας για αδιαφανή πετάσματα* Ψ_p*.*

Τύπος πετάσματος	**Θερμική αγωγιμότητα θερμοδιακοπής**	*** Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας [a]**
Εσωτερική / εξωτερική επίστρωση	λ **[W/(m·K)]**	Ψ_p **[W/(m·K)]**
Θερμομονωτικό πέτασμα με στρώση διακένου αέρα		
Αλουμίνιο / γυαλί	–	0,13
Θερμομονωτικό πέτασμα χωρίς στρώση διακένου αέρα		
Αλουμίνιο / αλουμίνιο	0,2	0,20
	0,4	0,29
Αλουμίνιο / γυαλί	0,2	0,18
	0,4	0,20
Σίδηρος / γυαλί	0,2	0,14
	0,4	0,18

* *Αυτή η τιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν υπάρχουν άλλες πληροφορίες από μετρήσεις ή αναλυτικούς υπολογισμούς.*

Πίνακας 14γ. *Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου τοιχοπετάσματος – κουφώματος για διατομές αλουμινίου και σιδήρου.*

α/α	**Περιγραφή**	**Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας * $Ψ_{dp,f}$ ή $Ψ_{tr,f}$**
1	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος με την παρεμβολή διατομής αλουμινίου με θερμοδιακοπή	0,11
2	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος με την παρεμβολή μιας διατομής με υλικό χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας (π.χ. πολυαμίδιο με 25% ίνες γυαλιού)	0,05
3	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος μέσω προεξοχής της θερμοδιακοπής του κουφώματος	0,07
4	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος μέσω της επέκτασης διατομής αλουμινίου του εξωτερικού πλαισίου.	0,07

* *Η τιμή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν υπάρχουν μετρημένα ή αναλυτικά υπολογισμένες τιμές. Η τιμή είναι έγκυρη μόνο όταν το πλαίσιο του τοιχοπετάσματος καθώς και του κουφώματος έχουν θερμοδιακοπή και καμία θερμοδιακοπή δεν διακόπτεται από αγώγιμο στοιχείο του άλλου πλαισίου*

Πίνακας 14δ. *Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου τοιχοπετάσματος – κουφώματος για διατομές ξύλου και αλουμινίου.*

Είδος συναρμογής	**Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας * $Ψ_{dp,f}$ ή $Ψ_{tr,f}$**
U_{tr} > 2,0 (W/(m²·K)	0,02
U_{tr} ≤ 2,0 (W/(m²·K)	0,04

- *Η τιμή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν υπάρχουν μετρημένα ή αναλυτικά υπολογισμένες τιμές.*

Πίνακας 15. *Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ θερμογεφυρών. Απλοποιητική μέθοδος.*

	1. Εξωτερικές γωνίες	**Ψ [W/(m·K)]**
1	***εξωτερική συνεχής θερμομόνωση***	**-0,10**
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,30
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,90
2	***εσωτερική συνεχής θερμομόνωση***	**-0,25**
3	***φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα***	**+0,15**
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,05
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,65

	2. Εσωτερικές γωνίες	**Ψ [W/(m·K)]**
1	***εξωτερική συνεχής θερμομόνωση***	**+0,05**
2	***εσωτερική συνεχής θερμομόνωση***	**+0,25**
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,35
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,75
3	***φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα***	**+0,10**
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,50
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,90

	3. Ενώσεις δομικών στοιχείων	**Ψ [W/(m·K)]**
1	***εξωτερική συνεχής θερμομόνωση***	**±0,00**
2	***εσωτερική συνεχής θερμομόνωση***	**±0,00**
	α. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,35
3	***φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα***	**+0,25**

	4. Δώμα / οροφή σε προεξοχή	**Ψ [W/(m·K)]**
1	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**-0,05**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου	+0,30
	β. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,85
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου και συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,95
2	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+0,55**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10
	β. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50
3	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**+0,65**

4	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**-0,20**
5	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**+0,15**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου	+0,30
	β. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,80
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου και συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,90
6	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+0,55**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10
	β. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,55
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50

5. Δάπεδο σε προεξοχή / πυλωτή		**Ψ [W/(m·K)]**
1	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**+0,55**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10
	β. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,50
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,50
2	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+0,80**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,25
	β. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,15
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	+0,05
3	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**-0,20**
4	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+0,60**
5	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**±0,00**
6	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+0,65**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10

6. Οροφή σε εσοχή		**Ψ [W/(m·K)]**
1	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**+1,00**
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,15
2	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+0,05**

3	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**+1,10**
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,15
4	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+1,05**
	α. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,70
5	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**+1,25**
	α. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,25
6	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+0,30**

7. Δάπεδο σε εσοχή		**Ψ [W/(m·K)]**
1	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**+0,05**
2	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+1,15**
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,40
3	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**+1,20**
	α. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,70
4	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+1,65**
	α. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,30
	β. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπτοπλινθοδομή	+0,95
5	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην άνω παρειά***	**+0,40**
6	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην κάτω παρειά***	**+1,15**
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπτοπλινθοδομή	-0,40

8. Ενδιάμεσο δάπεδο		**Ψ [W/(m·K)]**
1	***εξωτερική συνεχής θερμομόνωση***	**±0,00**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+1,25
2	***εσωτερική συνεχής θερμομόνωση***	**+1,10**
3	***φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα***	**+0,45**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,80

9. Δάπεδο επί εδάφους		**Ψ [W/(m·K)]**
1	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**+0,25**

	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,25
2	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+0,40**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,50
3	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά***	**-0,05**
4	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά***	**+0,50**
5	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην άνω παρειά***	**+0,05**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,10
6	***κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην κάτω παρειά***	**+0,35**
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,25

10. Περίδεσμος ενίσχυσης		**Ψ [W/(m·K)]**
1	***εξωτερική συνεχής θερμομόνωση***	**±0,00**
2	***εσωτερική συνεχής θερμομόνωση***	**±0,00**
3	***φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα***	**+0,30**
	α. απουσία θερμομόνωσης στην θέση του περίδεσμου ενίσχυσης	+0,80

11. Λαμπάς κουφώματος		**Ψ [W/(m·K)]**
1	***κούφωμα και θερμομόνωση στην ίδια ευθεία***	**+0,05**
2	***κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση***	**+0,35**
3	***κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση με συνέχεια της θερμομόνωσης στο λαμπά***	**+0,15**

12. Ανωκάσι/κατωκάσι κουφώματος		**Ψ [W/(mK)]**
1	***κούφωμα και θερμομόνωση στην ίδια ευθεία***	**+0,05**
	α. διακοπή της θερμομόνωσης στην θέση συναρμογής περίδεσμου ενίσχυσης και οπτοπλινθοδομής	+0,25
2	***κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση***	**+0,55**
3	***κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση με συνέχεια της θερμομόνωσης στο ανωκάσι/κατωκάσι***	**+0,20**
4	***κατωκάσι σε πλάκα[1]***	**±0,00**

[1] Οι γραμμικές απώλειες της διατομής έχουν ήδη υπολογιστεί στις θερμογέφυρες δαπέδου σε ενδιάμεσο όροφο ή/και δαπέδου σε εσοχή.

Πίνακας 16α. *Θερμογέφυρες εξωτερικής γωνίας.*

ΕΞΓ-1 μέσα Ψ= -0,15 W/(mK)	ΕΞΓ-2 μέσα Ψ= -0,10 W/(mK)	ΕΞΓ-3 μέσα Ψ= -0,10 W/(mK)
ΕΞΓ-4 μέσα Ψ= -0,15 W/(mK)	ΕΞΓ-5 μέσα Ψ= -0,15 W/(mK)	ΕΞΓ-6 μέσα Ψ= -0,25 W/(mK)
ΕΞΓ-7 μέσα Ψ= -0,35 W/(mK)	ΕΞΓ-8 μέσα Ψ= -0,30 W/(mK)	ΕΞΓ-9 μέσα Ψ= -0,30 W/(mK)
ΕΞΓ-10 μέσα Ψ= -0,40 W/(mK)	ΕΞΓ-11 μέσα Ψ= -0,20 W/(mK)	ΕΞΓ-12 μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)
ΕΞΓ-13 μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΕΞΓ-14 μέσα Ψ= +0,15 W/(mK)	

***Πίνακας 16α** (συνέχεια). Θερμογέφυρες εξωτερικής γωνίας.*

ΕΞΓ-15 X>0,00m μέσα Ψ= -0,10 W/(mK)	ΕΞΓ-16 X>0,00m μέσα Ψ= +0,20 W/(mK)	ΕΞΓ-17 X>0,00m μέσα Ψ= +0,10 W/(mK)
ΕΞΓ-18 X>0,00m μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΕΞΓ-19 X>0,00m μέσα Ψ= +0,20 W/(mK)	ΕΞΓ-20 X>0,00m μέσα Ψ= + 0,10 W/(mK)
ΕΞΓ-21 X≥0,00m μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΕΞΓ-22 X≥0,00m μέσα Ψ= +0,80 W/(mK)	ΕΞΓ-23 X≥0,00m μέσα Ψ= +0,55 W/(mK)
ΕΞΓ-24 X≥0,00m μέσα Ψ= +0,25 W/(mK)	ΕΞΓ-25 X≥0,00m μέσα Ψ= +0,50 W/(mK)	ΕΞΓ-26 X≥0,00m μέσα Ψ= +0,20 W/(mK)

Πίνακας 16β *Θερμογέφυρες εσωτερικής γωνίας.*

ΕΣΓ-1 Ψ= +0,05 W/(mK) έξω	ΕΣΓ-2 Ψ= +0,05 W/(mK) έξω	ΕΣΓ-3 Ψ= +0,05 W/(mK) έξω
ΕΣΓ-4 Ψ= +0,05 W/(mK) έξω	ΕΣΓ-5 Ψ= +0,15 W/(mK) έξω	ΕΣΓ-6 Ψ= +0,25 W/(mK) έξω
ΕΣΓ-7 Ψ= +0,25 W/(mK) έξω	ΕΣΓ-8 Ψ= +0,25 W/(mK) έξω	ΕΣΓ-9 Ψ= +0,10 W/(mK) έξω
ΕΣΓ-10 Ψ= +0,10 W/(mK) έξω	ΕΣΓ-11 Ψ= +0,10 W/(mK) έξω	ΕΣΓ-12 Ψ= +0,70 W/(mK) έξω

***Πίνακας 16β**. Θερμογέφυρες εσωτερικής γωνίας (συνέχεια)..*

ΕΣΓ-13 Ψ= +0,30 W/(mK) έξω X≥0,00m	ΕΣΓ-14 Ψ= +1,00 W/(mK) έξω X≥0,00m	ΕΣΓ-15 Ψ= +0,80 W/(mK) έξω X≥0,00m
ΕΣΓ-16 Ψ= +0,65 W/(mK) έξω X≥0,00m	ΕΣΓ-17 Ψ= +0,20 W/(mK) έξω X>0,00m	ΕΣΓ-18 Ψ= +0,60 W/(mK) έξω X>0,00m
ΕΣΓ-19 Ψ= +0,55 W/(mK) έξω X>0,00m	ΕΣΓ-20 Ψ= +0,45 W/(mK) έξω X>0,00m	

***Πίνακας 16γ**. Θερμογέφυρες ενώσεων δομικών στοιχείων.*

ΕΔΣ-1 έξω Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΕΔΣ-2 έξω Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΕΔΣ-3 έξω Ψ= +0,25 W/(mK)
ΕΔΣ-4 έξω μέσα μέσα Ψ= +0,15 W/(mK)	ΕΔΣ-5 έξω μέσα μέσα Ψ= +0,35 W/(mK)	

Πίνακας 16δ. *Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή.*

Δ-1 μέσα Ψ= -0,25 W/(mK)	Δ-2 μέσα Ψ= -0,20 W/(mK)	Δ-3 μέσα Ψ= -0,30 W/(mK)
Δ-4 μέσα Ψ= -0,25 W/(mK)	Δ-5 μέσα Ψ= -0,20 W/(mK)	Δ-6 μέσα Ψ= -0,30 W/(mK)
Δ-7 μέσα Ψ= -0,25 W/(mK)	Δ-8 μέσα Ψ= -0,20 W/(mK)	Δ-9 μέσα Ψ= -0,30 W/(mK)
Δ-10 μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	Δ-11 μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	Δ-12 μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)
Δ-13 μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	Δ-14 μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	Δ-15 μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)

Πίνακας 16δ *(συνέχεια). Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή.*

Δ-16 μέσα Ψ= -0,05 W/(mK)	Δ-17 μέσα Ψ= -0,05 W/(mK)	Δ-18 μέσα Ψ= -0,10 W/(mK)
Δ-19 μέσα Ψ= +0,25 W/(mK)	Δ-20 μέσα Ψ= +0,25 W/(mK)	Δ-21 μέσα Ψ= +0,25 W/(mK)
Δ-22 μέσα Ψ= +0,90 W/(mK)	Δ-23 μέσα Ψ= +0,70 W/(mK)	Δ-24 μέσα Ψ= +0,90 W/(mK)
Δ-25 μέσα Ψ= +0,80 W/(mK)	Δ-26 μέσα Ψ= +0,60 W/(mK)	Δ-27 μέσα Ψ= +0,80 W/(mK)

Πίνακας 16δ *(συνέχεια). Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή.*

Δ-28 μέσα Ψ= +0,10 W/(mK)	Δ-29 μέσα Ψ= +0,15 W/(mK)	Δ-30 μέσα Ψ= +0,40 W/(mK)
Δ-31 μέσα Ψ= +0,45 W/(mK)	Δ-32 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)	Δ-33 μέσα Ψ= +1,05 W/(mK)
Δ-34 μέσα Ψ= +0,60 W/(mK)	Δ-35 μέσα Ψ= +0,95 W/(mK)	

Πίνακας 16δ. *(συνέχεια). Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή.*

Δ-36 μέσα Ψ= +0,55 W/(mK)	Δ-37 μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	Δ-38 μέσα Ψ= +0,50 W/(mK)
Δ-39 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)	Δ-40 μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	Δ-41 μέσα Ψ= +0,55 W/(mK)
Δ-42 μέσα Ψ= +0,70 W/(mK)	Δ-43 μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	Δ-44 μέσα Ψ= +0,60 W/(mK)
Δ-45 μέσα Ψ= +0,00 W/(mK)	Δ-46 μέσα Ψ= +0,55 W/(mK)	Δ-47 μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)
Δ-48 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)	Δ-49 μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	Δ-50 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)

Πίνακας 16δ. *(συνέχεια). Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή.*

Δ-51 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)	Δ-52 μέσα Ψ= +0,55 W/(mK)	Δ-53 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)
Δ-54 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)	Δ-55 μέσα Ψ= +0,55 W/(mK)	Δ-56 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)
Δ-57 μέσα Ψ= +0,60 W/(mK)	Δ-58 μέσα Ψ= +0,50 W/(mK)	Δ-59 μέσα Ψ= +0,60 W/(mK)
Δ-60 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)	Δ-61 μέσα Ψ= +0,85 W/(mK)	Δ-62 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)
Δ-63 μέσα Ψ= +0,85 W/(mK)	Δ-64 μέσα Ψ= +0,60 W/(mK)	Δ-65 μέσα Ψ= +0,70 W/(mK)

Πίνακας 16ε. *Θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή / δαπέδου επάνω από πυλωτή.*

ΔΠ-1 έξω μέσα έξω Ψ= -0,25W/(mK)	ΔΠ-2 έξω μέσα έξω Ψ= -0,20W/(mK)	ΔΠ-3 έξω μέσα έξω Ψ= -0,25W/(mK)
ΔΠ-4 έξω μέσα έξω Ψ= -0,20 W/(mK)	ΔΠ-5 έξω μέσα έξω Ψ= -0,20 W/(mK)	
ΔΠ-6 έξω μέσα έξω Ψ= +0,80 W/(mK)	ΔΠ-7 έξω μέσα έξω Ψ= +0,65 W/(mK)	ΔΠ-8 έξω μέσα έξω Ψ= +1,15 W/(mK)
ΔΠ-9 έξω μέσα έξω Ψ= +0,85 W/(mK)	ΔΠ-10 έξω μέσα έξω Ψ= +0,55 W/(mK)	ΔΠ-11 έξω μέσα έξω Ψ= +0,65 W/(mK)
ΔΠ-12 έξω μέσα έξω Ψ= +0,75 W/(mK)	ΔΠ-13 έξω μέσα έξω Ψ= +0,75 W/(mK)	ΔΠ-14 έξω μέσα έξω Ψ= +0,50 W/(mK)

Πίνακας 16ε *(συνέχεια). Θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή / δαπέδου επάνω από πυλωτή.*

ΔΠ-15 έξω μέσα έξω Ψ= +0,55 W/(mK)	ΔΠ-16 έξω μέσα έξω Ψ= +0,05 W/(mK)	ΔΠ-17 έξω μέσα έξω Ψ=+ 0,65 W/(mK)
ΔΠ-18 έξω μέσα έξω Ψ= +0,05 W/(mK)	ΔΠ-19 έξω μέσα έξω Ψ= +0,05 W/(mK)	ΔΠ-20 έξω μέσα έξω Ψ= ±0,00 W/(mK)
ΔΠ-21 έξω μέσα έξω Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΔΠ-22 έξω μέσα έξω Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΔΠ-23 έξω μέσα έξω Ψ= ±0,00 W/(mK)
ΔΠ-24 έξω μέσα έξω Ψ= +0,60 W/(mK)	ΔΠ-25 έξω μέσα έξω Ψ= +0,55 W/(mK)	ΔΠ-26 έξω μέσα έξω Ψ= +0,60 W/(mK)
ΔΠ-27 έξω μέσα έξω Ψ= +0,55 W/(mK)	ΔΠ-28 έξω μέσα έξω Ψ= +0,40 W/(mK)	

Πίνακας 16στ. *Θερμογέφυρες σε οροφή σε εσοχή.*

OE-1 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	OE-2 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	OE-3 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)
OE-4 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,30 W/(mK)	OE-5 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,25 W/(mK)	
OE-6 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,10 W/(mK)	OE-7 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,05 W/(mK)	OE-8 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,35 W/(mK)
OE-9 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,15 W/(mK)	OE-10 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,00 W/(mK)	OE-11 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,00 W/(mK)
OE-12 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,95 W/(mK)	OE-13 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,25 W/(mK)	OE-14 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,15 W/(mK)

Πίνακας 16στ. *(συνέχεια). Θερμογέφυρες σε οροφή σε εσοχή.*

OE-15
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +0,90 W/(mK)

OE-16
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +0,90 W/(mK)

OE-17
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +0,75 W/(mK)

OE-18
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +1,00 W/(mK)

OE-19
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +0,80 W/(mK)

OE-20
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +1,70 W/(mK)

OE-21
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +1,35 W/(mK)

OE-22
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +1,10 W/(mK)

OE-23
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +1,10 W/(mK)

OE-24
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +0,95 W/(mK)

OE-25
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +0,95 W/(mK)

OE-26
μέσα μέσα
μέσα
Ψ= +0,75 W/(mK)

Πίνακας 16ζ. *Θερμογέφυρες σε δάπεδο σε εσοχή.*

ΔΕ-1 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	ΔΕ-2 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	ΔΕ-3 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,40 W/(mK)
ΔΕ-4 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,20 W/(mK)	ΔΕ-5 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,50 W/(mK)	
ΔΕ-6 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,15 W/(mK)	ΔΕ-7 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,05 W/(mK)	ΔΕ-8 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,70 W/(mK)
ΔΕ-9 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,65 W/(mK)	ΔΕ-10 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,30 W/(mK)	ΔΕ-11 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,70 W/(mK)
ΔΕ-12 μέσα μέσα μέσα Ψ= +1,15 W/(mK)	ΔΕ-13 μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,75 W/(mK)	

Πίνακας 16η. *Θερμογέφυρες σε ενδιάμεσο δάπεδο.*

ΕΔΠ-1 έξω μέσα μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΕΔΠ-2 έξω μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΕΔΠ-3 έξω μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)
ΕΔΠ-4 έξω μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΕΔΠ-5 έξω μέσα μέσα Ψ= +1,10 W/(mK)	ΕΔΠ-6 έξω μέσα μέσα Ψ= +1,00 W/(mK)
ΕΔΠ-7 έξω μέσα μέσα Ψ= +0,95 W/(mK)	ΕΔΠ-8 έξω μέσα μέσα Ψ= +0,85 W/(mK)	ΕΔΠ-9 έξω μέσα μέσα Ψ= +0,25 W/(mK)
ΕΔΠ-10 έξω μέσα μέσα Ψ= +0,45 W/(mK)	ΕΔΠ-11 έξω μέσα μέσα Ψ= +0,45 W/(mK)	ΕΔΠ-12 έξω μέσα μέσα Ψ= +1,10 W/(mK)
ΕΔΠ-13 έξω μέσα μέσα Ψ= +1,25 W/(mK)	ΕΔΠ-14 έξω μέσα μέσα Ψ= +0,90 W/(mK)	

Πίνακας 16η *(συνέχεια). Θερμογέφυρες σε ενδιάμεσο δάπεδο*

ΕΔΠ-15 μέσα έξω μέσα Ψ= +1,25 W/(mK)	ΕΔΠ-16 μέσα έξω μέσα Ψ= +1,05 W/(mK)	ΕΔΠ-17 μέσα έξω μέσα Ψ= +1,05 W/(mK)
ΕΔΠ-18 μέσα έξω μέσα Ψ= +0,90 W/(mK)		ΕΔΠ-19 μέσα έξω μέσα Ψ= +1,10 W/(mK)
ΕΔΠ-20 μέσα μέσα Ψ= +1,00 W/(mK)	ΕΔΠ-21 μέσα έξω μέσα Ψ= +0,95 W/(mK)	ΕΔΠ-22 μέσα έξω μέσα Ψ= +0,85 W/(mK)
ΕΔΠ-23 μέσα έξω μέσα Ψ= +1,10 W/(mK)	ΕΔΠ-24 μέσα έξω μέσα Ψ= +1,25 W/(mK)	ΕΔΠ-25 μέσα έξω μέσα Ψ= +0,90 W/(mK)

Πίνακας 16θ. *Θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται στο έδαφος.*

ΕΔ-1 μέσα Ψ= -0,05 W/(mK)	ΕΔ-2 μέσα Ψ= - 0,05 W/(mK)	ΕΔ-3 μέσα Ψ= +0,50 W/(mK)
ΕΔ-4 μέσα Ψ= +0,45 W/(mK)	ΕΔ-5 μέσα Ψ= +0,40 W/(mK)	ΕΔ-6 μέσα Ψ= +0,30 W/(mK)
ΕΔ-7 μέσα Ψ= +0,35 W/(mK)	ΕΔ-8 μέσα Ψ=+0,90 W/(mK)	ΕΔ-9 μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)
ΕΔ-10 μέσα Ψ= +0,60 W/(mK)	ΕΔ-11 μέσα Ψ= +0,25 W/(mK)	ΕΔ-12 μέσα Ψ=+0,05 W/(mK)
ΕΔ-13 μέσα Ψ=+0,05 W/(mK)	ΕΔ-14 μέσα Ψ= +0,50 W/(mK)	ΕΔ-15 μέσα Ψ= +0,20 W/(mK)
ΕΔ-16 μέσα Ψ= +0,15 W/(mK)		

Πίνακας 16ι. *Θερμογέφυρες περίδεσμου ενίσχυσης.*

ΠΡ-1 έξω μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΠΡ-2 έξω μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)	ΠΡ-3 έξω μέσα Ψ= +0,30 W/(mK)
ΠΡ-4 έξω μέσα Ψ= +0,50 W/(mK)		

<u>Παρατήρηση</u>

- Στον υπολογισμό του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας του περίδεσμου ενίσχυσης έχει συμπεριληφθεί και η θεώρηση του οπλισμένου σκυροδέματος ως οπτοπλινθοδομή κατά τον υπολογισμό της μονοδιάστατης ροής θερμότητας.

Πίνακας 16ια. *Θερμογέφυρες σε λαμπά κουφώματος.*

Λ-1 έξω μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	Λ-2 έξω μέσα Ψ= +0,20 W/(mK)	Λ-3 έξω μέσα Ψ= +0,35 W/(mK)
Λ-4 έξω μέσα Ψ= +0,20 W/(mK)	Λ-5 έξω μέσα Ψ= ± 0,00 W/(mK)	Λ-6 έξω μέσα Ψ= +0,15 W/(mK)
Λ-7 έξω μέσα Ψ= +0,35 W/(mK)	Λ-8 έξω μέσα Ψ= +0,25 W/(mK)	Λ-9 έξω μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)
Λ-10 έξω μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	Λ-11 έξω μέσα Ψ= +0,15 W/(mK)	Λ-12 έξω μέσα Ψ= +0,15 W/(mK)
Λ-13 έξω μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	Λ-14 έξω μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	Λ-15 έξω μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)

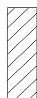
Πίνακας 16ιβ. *Θερμογέφυρες σε ανωκάσι / κατωκάσι κουφώματος.*

AK-1 έξω μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	AK-2 έξω μέσα Ψ= +0,30 W/(mK)	AK-3 έξω μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)
AK-4 έξω μέσα Ψ= +0,55 W/(mK)	AK-5 έξω μέσα Ψ= +0,55 W/(mK)	AK-6 έξω μέσα Ψ= +0,35 W/(mK)
AK-7 έξω μέσα Ψ= +0,70 W/(mK)	AK-8 έξω μέσα Ψ= +0,65 W/(mK)	AK-9 έξω μέσα Ψ= ±0,00 W/(mK)
AK-10 έξω μέσα Ψ= +0,10 W/(mK)	AK-11 έξω μέσα Ψ= +0,30 W/(mK)	AK-12 έξω μέσα Ψ= +0,10 W/(mK)
AK-13 έξω μέσα Ψ= +0,20 W/(mK)	AK-14 έξω μέσα Ψ= +0,30 W/(mK)	

Πίνακας 16ιβ. *(συνέχεια).Θερμογέφυρες σε ανωκάσι / κατωκάσι κουφώματος*

ΑΚ-15 μέσα έξω μέσα Ψ= +1,10 W/(mK)	ΑΚ-16 μέσα έξω μέσα Ψ=+1,40 W/(mK)	ΑΚ-17 μέσα έξω μέσα Ψ= +1,20 W/(mK)
ΑΚ-18 έξω μέσα μέσα μέσα Ψ= +0,05 W/(mK)	ΑΚ-19 έξω μέσα μέσα μέσα Ψ=+1,50 W/(mK)	ΑΚ-20 έξω μέσα μέσα μέσα Ψ=+1,25 W/(mK)
ΑΚ-21 έξω μέσα μέσα μέσα Ψ=+0,90 W/(mK)		

Υπόμνημα υλικών

Οπλισμένο σκυρόδεμα 

Θερμομονωτικό υλικό 

Οπτοπλινθοδομή 

Κούφωμα 

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – Υ.Π.Ε.Κ.Α.
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Γ΄ έκδοση

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

Ομάδα εργασίας που συνέταξε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

ΑΡΓΥΡΙΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	Δρ. Φυσικός Αναπληρωτής Καθηγητής, Δ/ντης Εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Πατρών
ΓΑΓΛΙΑ ΑΘΗΝΑ	Μηχανολόγος Μηχανικός M.Sc, Ειδικός Τεχνικός Επιστήμονας, Ομάδα Εξοικονόμηση Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ ΕΛΕΝΑ	Δρ. Φυσικός Εντεταλμένη Ερευνήτρια, Ομάδα εξοικονόμησης Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
ΖΑΧΑΡΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός Μελετητής, Μέλος ομάδας ΚΕΝΑΚ του ΤΕΕ
ΚΑΤΣΑΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Δρ. Φυσικός Μετεωρολόγος Ειδικός Τεχνικός Επιστήμονας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΙΔΗΣ ΣΙΜΩΝ	Φυσικός Περιβάλλοντος M.Sc, Ειδικός Τεχνικός Επιστήμονας, Ομάδα Εξοικονόμηση Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
ΛΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Ηλεκτρολόγος - Μηχανολόγος Μηχανικός Μελετητής / Κατασκευαστής, Μέλος της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας & της επιτροπής ΚΕΝΑΚ του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος
ΛΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός M.S.c Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Μελετητής

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η Χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους Πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία, σύμφωνα με τον Νόμο 3661/2008.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή του Νόμου υπήρξε η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το Προεδρικό Διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των Ενεργειακών Επιθεωρητών των Κτηρίων.

Η προσπάθεια έκδοσής τους διήρκησε συνολικά τρία χρόνια και έχει πια ολοκληρωθεί. Σε αυτήν τη μακρά πορεία δοκιμάστηκαν πολλά διαφορετικά μοντέλα επιστημονικής μεθοδολογίας και άλλαξαν αμέτρητες φορές οι επιμέρους διατάξεις. Είναι αξιοσημείωτη η μεγάλη καθυστέρηση, ενώ η Χώρα, αρκετά χρόνια πριν την έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας, είχε ανενεργή πλήρη πρόταση και κανονισμό (ΚΟΧΕΕ).

Το ΤΕΕ, ως τεχνικός Σύμβουλος της Πολιτείας και εκπροσωπώντας τα 106.000 πλέον Μέλη του, συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κ.Εν.Α.Κ και των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Για τον λόγο αυτόν, ενεργοποίησε πάνω από εκατό επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων οι οποίοι ανέπτυξαν και ολοκλήρωσαν τις παραπάνω οδηγίες και έθεσαν τις βάσεις, ώστε τα οφέλη του εγχειρήματος εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πολλαπλά, δηλαδή

- να είναι η ενεργειακή επιθεώρηση μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος και όχι μια γραφειοκρατική, τυπική διαδικασία και
- να αλλάξει η ενεργειακή μελέτη τις ως σήμερα διακριτές μελέτες αρχιτεκτονικών, στατικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και να εισαγάγει στην εκπόνηση των μελετών την ουσιαστική συνεργασία και το κοινό σχεδιασμό, τη συμφιλίωση, δηλαδή, της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την τεχνολογία.

Αξίζει να επισημανθεί η καινοτομία εισαγωγής της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής Κτηρίων, μέσω του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ, στο σχεδιασμό των κτηρίων μας.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή και κυρίως εθελοντική εργασία συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ξεχωρίσω τη συμβολή των παρακάτω συναδέλφων, τους οποίους και αναφέρω αλφαβητικά:

- Γαγλία Αθηνά, ΜΜ, που καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής του ΤΕΕ κατέβαλε υπεράνθρωπες προσπάθειες
- Γιδάκου Λία, ΧΜ, στέλεχος του ΥΠΕΚΑ που στήριξε πολύπλευρα την προσπάθεια του ΤΕΕ
- Ευθυμιάδη Απόστολο, ΜΜ, και την Επιτροπή Κ.Εν.Α.Κ του ΤΕΕ, που εισήγαγαν και στήριξαν τη μέθοδο του κτηρίου αναφοράς
- Λάσκο Κώστα, ΠΜ
- Μαντά Δημήτρη, ΜΜ
- Μπαλαρά Κωνσταντίνο, ΜΜ, Διευθυντή Ερευνών Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών
  και
- τον Αραβαντινό Δημήτρη, Αναπληρωτή Καθηγητή του ΑΠΘ,

- τα στελέχη του ΚΑΠΕ,
- τα στελέχη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το ΤΕΕ, υπερήφανο για την έως σήμερα συμβολή του, δεσμεύεται για τη συνέχιση της έκδοσης νέων ΤΟΤΕΕ και την αναβάθμιση των υπαρχόντων.

Το εγχείρημα της εξοικονόμησης ενέργειας, του μεγαλύτερου εγχώριου ενεργειακού κοιτάσματος της χώρας μας, μπορεί να αποτελέσει την αιχμή της προσπάθειάς μας για την ανάταξη του περιβάλλοντος για την αναβάθμιση των φυσικών και τεχνητών συνθηκών της ποιότητας της ζωής μας, για μια νέα παραγωγική δομή, για την ανάπτυξη της χώρας μας.

Η προσπάθεια της παρούσας τεχνικής οδηγίας βασίζεται κατά κύριο λόγο σε μετρήσεις της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) που παραχώρησε στο Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ), καθώς και σε δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες και εκδόσεις σχετικά με κλιματολογικά δεδομένα στην Ελλάδα. Οι μετρήσεις της ΕΜΥ είναι το αποτέλεσμα μακροχρόνιων καταγραφών κατά την τελευταία πεντηκονταετία, σε πάνω από 30 περιοχές της Ελλάδας. Ευχαριστούμε ιδιαιτέρως την ΕΜΥ για την παραχώρηση τους.

Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ

Χρήστος Σπίρτζης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα Τεχνική Οδηγία αναφέρεται στα κλιματολογικά δεδομένα Ελληνικών περιοχών και στις συνθήκες σχεδιασμού για την διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού στις κτιριακές εγκαταστάσεις. Επίσης δίνονται κλιματολογικά δεδομένα, σε επίπεδο μέσων μηνιαίων τιμών, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ (ΦΕΚ 407/ 9.4.2010)[1].

Από κλιματολογικά δεδομένα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) και με την χρήση κατάλληλων εμπειρικών και θεωρητικών μαθηματικών μοντέλων, εκτιμήθηκαν όλες οι απαραίτητες για τον σκοπό της παρούσης Τεχνικής Οδηγίας κλιματικές τιμές μετεωρολογικών παραμέτρων. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, είναι κυρίως από την ΕΜΥ, τα οποία παραχωρήθηκαν στο Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ), καθώς και από δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες και εκδόσεις σχετικά με κλιματολογικά δεδομένα στην Ελλάδα[2] και αφορούν μακροχρόνιες μετρήσεις σε συγκεκριμένους μετεωρολογικούς σταθμούς μέτρησης της ΕΜΥ οι οποίοι δίνονται στον πίνακα 1.1 που ακολουθεί.

Πίνακας 1.1. *Σταθμοί μέτρησης της ΕΜΥ*

Πόλη	**Περιοχή (Νομός)**	**Γεωγραφικό πλάτος**	**Γεωγραφικό μήκος**	**Υψόμετρο Βαρομέτρου (m)**
Αθήνα (Ελληνικό)	Αττικής	37^0 54’	23^0 45’	15,0
Αθήνα (Ν. Φιλαδέλφεια)	Αττικής	38^0 03’	23^0 40’	138,0
Αγρίνιο	Αιτωλοακαρνανίας	38^0 37’	21^0 23’	25,0
Αγχίαλος	Μαγνησίας	39^0 13’	22^0 48’	15,3
Αλεξανδρούπολη	Έβρου	40^0 51’	25^0 56’	3,5
Αλίαρτος	Βοιωτίας	$38^0$23’	23^0 06’	110,0
Ανδραβίδα	Ηλείας	37^0 55’	21^0 17’	15,1
Άραξος	Αχαΐας	38^0 09’	21^0 25’	11,5
Άργος (Πυργέλα)	Αργολίδας	37^0 36’	22^0 47’	11,2
Αργοστόλι	Κεφαλληνίας	38^0 11’	20^0 29’	22,0
Άρτα	Άρτας	39^0 10’	21^0 00’	10,5
Βέλος	Κορινθίας	37^0 58’	22^0 45’	20,0
Δράμα	Δράμας	41^0 09’	24^0 09’	104,0
Έδεσσα	Πέλλας	40^0 58’	22^0 03’	30,0
Ζάκυνθος	Ζακύνθου	37^0 47’	20^0 54’	7,9
Ηράκλειο	Ηρακλείου	35^0 20’	25^0 11’	39,3
Θεσσαλονίκη (Μίκρα)	Θεσσαλονίκης	40^0 31’	22^0 58’	4,8
Ιεράπετρα	Λασιθίου	35^0 00’	25^0 44’	10,0
Ιωάννινα	Ιωαννίνων	39^0 42’	20^0 49’	484,0
Καλαμάτα	Μεσσηνίας	37^0 04’	22^0 00’	11,1
Καρδίτσα	Καρδίτσας	39^0 22’	20^0 48’	111,1
Καρπενήσι	Ευρυτανίας	38^0 54’	21^0 47’	1001,0
Κάρυστος	Εύβοιας	38^0 01’	24^0 25’	10,0
Καστοριά	Καστοριάς	$40^0$27’	21^0 17’	660,9
Κέρκυρα	Κερκύρας	39^0 37’	19^0 55’	4,0
Κοζάνη	Κοζάνης	40^0 18’	21^0 47’	625,0
Κομοτηνή	Ροδόπης	41^0 07’	25^0 24’	30,0
Κόνιτσα	Ιωαννίνων	40^0 03’	20^0 45’	542,0
Κύθηρα	Αττικής	36^0 17’	23^0 10’	316,6
Κως	Δωδεκανήσου	36^0 47’	27^0 04’	129,0
Λαμία	Φθιώτιδας	38^0 51’	22^0 24’	17,4

Πόλη	Περιοχή (Νομός)	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Υψόμετρο Βαρομέτρου (m)
Λάρισα	Λαρίσης	39^0 39’	22^0 27’	73,6
Λευκάδα	Λευκάδας	38^0 50’	20^0 43’	1,0
Λήμνος	Λέσβου	39^0 55’	25^0 14’	4,6
Μεθώνη	Μεσσηνίας	36^0 50’	21^0 42’	33,0
Μήλος	Κυκλάδων	36^0 43’	24^0 27’	182,0
Μυτιλήνη	Λέσβου	39^0 04’	26^0 36’	4,0
Νάξος	Κυκλάδων	37^0 06’	25^0 23’	9,8
Ξάνθη	Ξάνθης	41^0 08’	24^0 53’	43,0
Πάρος	Κυκλάδων	37^0 01’	25^0 08’	33,5
Πάτρα	Αχαΐας	38^0 15’	21^0 44’	1,0
Πολύγυρος	Χαλκιδικής	40^0 23’	23^0 26’	545,0
Πύργος	Ηλείας	37^0 40’	21^0 18’	12,0
Ρέθυμνο	Ρεθύμνου	35^0 21’	24^0 31’	7,0
Ρόδος	Δωδεκανήσου	36^0 24’	28^0 07’	11,5
Σάμος	Σάμου	37^0 42’	26^0 55’	7,3
Σέρρες	Σερρών	41^0 05’	23^0 34’	34,5
Σητεία	Λασιθίου	35^0 12’	26^0 06’	115,6
Σκύρος	Ευβοίας	38^0 54’	24^0 33’	17,9
Σούδα	Χανίων	35^0 33’	24^0 07’	151,6
Σπάρτη	Λακωνίας	37^0 04’	22^0 25’	212,0
Σύρος	Κυκλάδων	37^0 25’	24^0 57’	72,0
Τανάγρα	Αττικής	38^0 19’	23^0 33’	140,1
Τρίκαλα	Θεσσαλίας	39^0 33’	21^0 46’	114,0
Τρίκαλα Ημαθίας	Ημαθίας	40^0 36’	22^0 33’	0,8
Τρίπολη	Αρκαδίας	37^0 32’	22^0 24’	650,9
Τυμπάκι	Ηρακλείου	35^0 00’	24^0 46’	6,7
Φλώρινα	Φλώρινας	40^0 48’	21^0 26’	617,0
Χαλκίδα	Εύβοιας	38^0 28’	23^0 36’	5,0
Χανιά	Χανίων	35^0 29’	24^0 07’	150,0
Χίος	Χίου	38^0 28’	26^0 08’	5,0
Χρυσούπολη	Καβάλας	40^0 54’	24^0 36’	5,4

1.1. <u>ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</u>

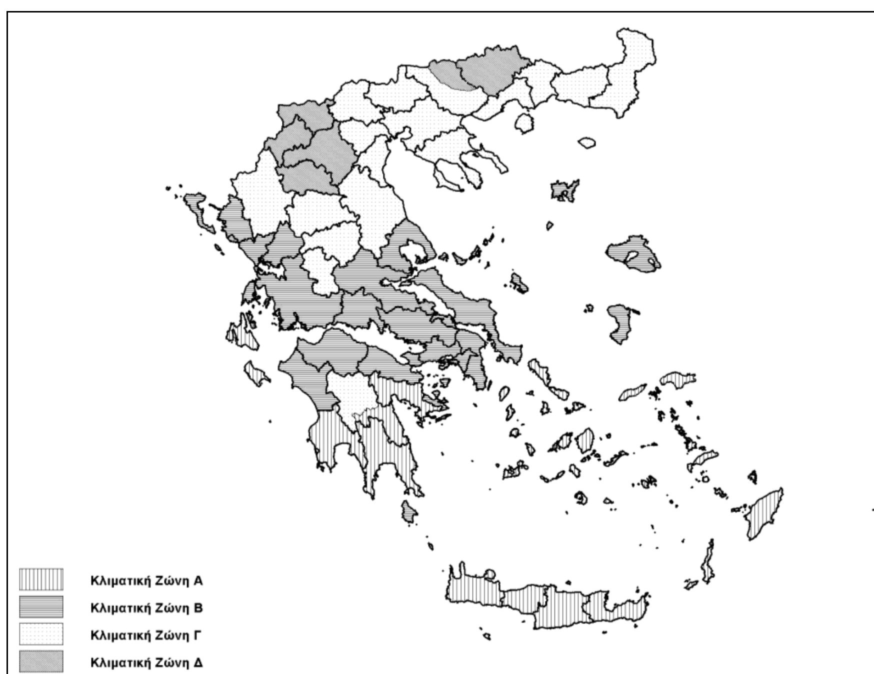
Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ [1], η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης[3]. Στον Πίνακα 1.2 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνισή τους στο Σχήμα 1.1.

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ.

Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

Πίνακας 1.2. *Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη*

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανιών, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας



Σχήμα 1.1. *Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας*

2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Στην ενότητα αυτή καθορίζονται όλες οι συνθήκες σχεδιασμού για την διαστασιολόγηση των επιμέρους συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, πρέπει να διαστασιολογούνται έτσι ώστε να καλύπτουν τις ακραίες εποχιακές συνθήκες θερμοκρασίας (ελάχιστες, μέγιστες) της κάθε περιοχής. Ως μέγιστες (θερινή περίοδος) και ελάχιστες (χειμερινή περίοδος) συνθήκες σχεδιασμού θεωρούνται αυτές που η υπέρβασή τους (εμφάνιση υψηλότερων ή χαμηλότερων τιμών αντίστοιχα για θέρος / χειμώνα) δεν ξεπερνά σε ποσοστό το 1%, 2%, ή 5% του συνόλου των μετρήσεων όπως ορίζεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 15927.2:2005[4,5].

Οι συνθήκες σχεδιασμού υπολογίστηκαν με βάση τα διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα της ΕΜΥ και αφορούν στην περίοδο 1993 – 2003. Οι υπολογισμοί αφορούν τους σταθμούς εκείνους για τους οποίους υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα τουλάχιστον δέκα ετών, χρονική περίοδο η οποία σύμφωνα με το πιο πάνω πρότυπο, ορίζεται ως η ελάχιστη απαιτούμενη περίοδος μετρήσεων για τον υπολογισμό των συνθηκών σχεδιασμού για μια περιοχή. Οι συνθήκες σχεδιασμού για τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού που καθορίστηκαν και δίνονται στους πίνακες 2.1 και 2.2, αφορούν σε συνθήκες σχεδιασμού 1%, 2,5%, 5% όπως ίσχυε μέχρι σήμερα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86[6]. Ακολουθούν σχετικές αναλυτικές επεξηγήσεις των παραμέτρων που εμφανίζονται στους πίνακες αυτούς και είναι:

- Ημερήσια Διακύμανση: η διαφορά της μέσης μέγιστης και της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου για τον πιο ψυχρό (πίνακας 2.1) και τον πιο θερμό (πίνακας 2.2) μήνα του έτους.
- DB (Dry Bulb) 1%, 2,5%, 5%: Συνθήκες σχεδιασμού θέρους / χειμώνα ξηρού θερμομέτρου. Θερμοκρασίες η υπέρβαση (εμφάνιση υψηλότερων/χαμηλότερων τιμών αντίστοιχα) των οποίων παρατηρείται μόνο σε λιγότερο του 1%, 2,5% και 5% αντίστοιχα των ωρών της χειμερινής περιόδου (ψυχρότεροι μήνες: 1η Δεκεμβρίου – 28η Φεβρουαρίου) και της θερινής περιόδου (θερμότεροι μήνες: 1η Ιουνίου – 30η Σεπτεμβρίου).
- WB (Wet Bulb) 1%, 2,5%, 5%: Συνθήκες σχεδιασμού θέρους / χειμώνα υγρού θερμομέτρου. Θερμοκρασίες η υπέρβαση (εμφάνιση υψηλότερων/χαμηλότερων τιμών αντίστοιχα) των οποίων παρατηρείται μόνο σε λιγότερο του 1%, 2,5% και 5% αντίστοιχα των ωρών της θερινής περιόδου (θερμότεροι μήνες: 1η Ιουνίου – 30η Σεπτεμβρίου) / χειμερινής περιόδου (ψυχρότεροι μήνες: 1η Δεκεμβρίου – 28η Φεβρουαρίου).
- MCWB: Μέση Τιμή (Μ.Τ.) και τυπική απόκλιση (SD) θερμοκρασιών υγρού θερμομέτρου που παρατηρήθηκαν ταυτόχρονα με θερμοκρασίες ξηρού ίσες με τη συνθήκη σχεδιασμού DB 1%.
- MCDB: Μέση Τιμή (Μ.Τ.) και τυπική απόκλιση (SD) θερμοκρασιών ξηρού θερμομέτρου που παρατηρήθηκαν ταυτόχρονα με θερμοκρασίες υγρού ίσες με τη συνθήκη σχεδιασμού DB 1%.

Σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές σχεδιασμού της ΤΟΤΕΕ 2425/86, οι μετρήσεις των πινάκων 2.1 και 2.2 παρουσιάζουν σχετικές αποκλίσεις οι οποίες οφείλονται στο γεγονός ότι οι καταγεγραμμένες ακραίες τιμές κυρίως του θέρους, κατά την συγκεκριμένη περίοδο 1993 έως 2003 παρουσίασαν αυξητική τάση.

2.1. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΧΕΙΜΩΝΑ

Οι συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα εφαρμόζονται για την διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης και είναι συνήθως για 1%. Για λόγους ορθής διαχείρισης της ενέργειας για την θέρμανση χώρων, είναι προτιμότερο τα συστήματα θέρμανσης, ιδιαίτερα τα μεγάλης ισχύος, να επιλέγονται έτσι ώστε να έχουν τη βέλτιστη δυνατή απόδοση και κατά την λειτουργία τους σε μερικά φορτία. Ειδικότερα

για κτίρια που λειτουργούν πρωινές ώρες και οι εξωτερικές συνθήκες είναι πιο ήπιες, η λειτουργία του συστήματος θέρμανσης στα μερικά φορτία θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη.

Στον πίνακα 2.1. δίνονται οι συνθήκες σχεδιασμού για την χειμερινή περίοδο, όπως εκτιμήθηκαν βάσει των πιο πρόσφατων μετρήσεων της ΕΜΥ για την περίοδο 1993-2003 σε συγκεκριμένες περιοχές. Για περιοχές που δεν αναφέρονται στον πίνακα 2.1. για τον καθορισμό των συνθηκών σχεδιασμού του χειμώνα, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι μέσες ελάχιστες μηνιαίες θερμοκρασίες (πίνακας 3.4.) και οι μέσες απολύτως ελάχιστες μηνιαίες θερμοκρασίες (πίνακας 3.6.) της εκάστοτε περιοχής. ~~Η~~ Ως θερμοκρασία σχεδιασμού 1% για όλες τις περιοχές που δεν αναφέρονται στον πίνακα 2.1., λαμβάνεται η μέση τιμή μεταξύ της μέσης ελάχιστης και μέσης απολύτως ελάχιστης μηνιαίας θερμοκρασίας από τους πίνακες 3.4. και 3.6. αντίστοιχα.

2.2. <u>ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΘΕΡΟΥΣ</u>

Οι συνθήκες σχεδιασμού για την θερινή περίοδο εφαρμόζονται για την διαστασιολόγηση των συστημάτων ψύξης ή/και κλιματισμού και αντιπροσωπεύουν συνήθως το 1% των ωρών της θερινής περιόδου. Για λόγους ορθής διαχείρισης της ενέργειας για την ψύξη ή/και κλιματισμό χώρων, είναι προτιμότερο τα συστήματα ψύξης ή/και κλιματισμού, ιδιαίτερα τα μεγάλης ισχύος, να επιλέγονται έτσι ώστε να έχουν την βέλτιστη δυνατή απόδοση και κατά την λειτουργία τους σε μερικά φορτία. Ειδικότερα για κτίρια που λειτουργούν όλο το 24ώρο και σε περιοχές όπου οι εξωτερικές συνθήκες παρουσιάζουν διακύμανση κατά την διάρκεια της ημέρας, η λειτουργία των συστημάτων ψύξης στα μερικά φορτία θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη.

Στον πίνακα 2.2. δίνονται οι συνθήκες σχεδιασμού για την θερινή περίοδο, όπως εκτιμήθηκαν βάσει των πιο πρόσφατων μετρήσεων της ΕΜΥ για την περίοδο 1993-2003 για συγκεκριμένες περιοχές. Επίσης στον ίδιο πίνακα αναφέρονται με (*) και οι συνθήκες σχεδιασμού θέρους για ορισμένες περιοχές όπως αναφέρονταν στην ΤΟΤΕΕ 2425/86[6] και για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμες πιο πρόσφατες μετρήσεις από την ΕΜΥ. Οι συνθήκες σχεδιασμού για τις περισσότερες ελληνικές περιοχές δεν έχουν αλλάξει σημαντικά, εκτός από τα μεγάλα αστικά κέντρα, όπου παρατηρείται μια αύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας σχεδιασμού περίπου $1^{o}C$. Ως θερμοκρασία σχεδιασμού θέρους 1% για όλες τις περιοχές που δεν αναφέρονται στον πίνακα 2.1., λαμβάνεται η μέση τιμή μεταξύ της μέσης μέγιστης και μέσης απολύτως μέγιστης μηνιαίας θερμοκρασίας από τους πίνακες 3.3. και 3.5. αντίστοιχα.

2.3. <u>ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΛΟΙΠΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ</u>

Οι συνθήκες σχεδιασμού που δίνονται στους πίνακες 2.1 και 2.2, αφορούν συγκεκριμένες πόλεις. Για περιοχές για τις οποίες δεν υπάρχουν μετρήσεις και δεν περιλαμβάνονται στους σχετικούς πίνακες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από την πλησιέστερη πόλη με την οποία η περιοχή ενδιαφέροντος δεν παρουσιάζει μεγάλη υψομετρική διαφορά, δηλαδή μέχρι 200 m. Αυτό ισχύει για το σύνολο κλιματικών δεδομένων.

Για περιοχές που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από μια συγκεκριμένη πόλη των πινάκων 2.1 και 2.2, αλλά παρουσιάζουν μεγάλη υψομετρική διαφορά πάνω από 200 (m), τότε για τις συνθήκες σχεδιασμού θα πρέπει να λαμβάνεται η θερμοκρασία που προκύπτει από την εμπειρική εξίσωση 2.1. Η εμπειρική αυτή εξίσωση[7] αφορά τη μέση ατμοσφαιρική θερμοβαθμίδα, βάσει της οποίας η πτώση της θερμοκρασίας για κάθε 1000 (m) υψόμετρο είναι περίπου 6,5 (^{o}C).

$$T_{\alpha 1} = T_{\alpha} - 6{,}5 \cdot \frac{A_1 - A}{1000} \qquad [2.1]$$

$T_{\alpha 1}$, είναι η θερμοκρασία της υπό μελέτη περιοχής σε (°C),
T_{α}, είναι η θερμοκρασία της δεδομένης περιοχής αναφοράς σε (°C),
A_1, είναι το υψόμετρο της υπό μελέτη περιοχής σε (m),
Α, είναι το υψόμετρο της δεδομένης περιοχής αναφοράς σε (m).

Πίνακας 2.1. *Συνθήκες Σχεδιασμού Χειμώνα (°C)*

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 1%						ΣΥΝΘ. ΣΧΕΔ. 2,5%		ΣΥΝΘ. ΣΧΕΔ. 5%	
		DB 1%	MCWB		WB 1%	MCDB		DB 2,5%	WB 2,5%	DB 5%	WB 5%
			M.T.	SD		M.T.	SD				
Αθήνα/Ελληνικό	6,6	3,0	0,2	1,3	1,0	2,2	1,5	4,0	2,0	5,5	3,5
Αθήνα/Ν.Φιλαδ.	7,3	2,5	0,1	1,3	1,5	1,9	1,7	4,0	2,5	5,5	4,0
Αγρίνιο	10,3	-0,5	-2,4	1,1	-1,0	-1,7	1,3	1,5	0,5	3,0	2,0
Αγχίαλος	8,3	-1,0	-3,3	1,7	-2,0	-2,4	1,9	0,5	-0,5	1,5	0,5
Αλεξ/πολη	7,3	-4,0	-6,4	1,2	-5,0	-5,3	1,5	-2,5	-3,5	-1	-2,5
Ανδραβίδα	8,9	0,5	-1,8	0,9	0,0	-1,2	0,9	2,5	1,5	4,0	3,0
Άργος/Πυργέλα	11,6	0,0	-1,9	1,2	-0,5	-1,6	1,3	2,0	1,5	4,5	3,5
Αργοστόλι	5,9	6,0	3,4	1,6	4,0	6,1	1,7	7,5	5,0	8,5	6,0
Άρτα	10,5	0,0	-2,3	1,5	-0,5	-1,5	1,7	2,5	1,5	4,5	3,0
Ηράκλειο	6,1	7,0	4,3	1,1	5,0	7,1	1,4	8,0	6,0	9,0	6,5
Θεσσαλονίκη	7,9	-2,0	-4,3	1,5	-3,0	-2,8	1,6	-1,0	-2,0	0,0	-1,0
Ιωάννινα	9,8	-4,5	-6,3	1,4	-5,0	-5,9	1,4	-2,5	-3,0	-1,5	-2,0
Καλαμάτα	9,6	2,0	-0,1	1,3	1,0	1,4	1,6	3,5	2,0	4,5	3,5
Καστοριά	8,7	-7,5	-10,6	2,5	-8,0	-10,2	2,6	-5,0	-5,5	-3,0	-3,5
Κέρκυρα	8,7	1,5	-1,3	0,8	0,5	-1,0	0,6	3,0	2,0	4,0	3,5
Κόρινθος/Βέλο	8,2	2,5	-1,7	1,0	1,5	-1,4	0,9	4,0	2,5	5,5	4,0
Λαμία	8,2	-1,0	-2,8	1,5	-2,0	-2,1	1,7	0,0	-0,5	1,5	0,5
Λάρισα	9,1	-4,5	-7,5	3,8	-5,0	-7,2	4,0	-2,5	-3,0	-1,0	-1,5
Νάξος	4,9	7,5	4,4	1,0	5,0	6,9	1,0	8,5	6,0	9,0	6,5
Πύργος	9,8	1,5	-0,8	1,5	0,5	-0,2	1,6	3,5	2,5	5,5	4,0
Ρόδος	6,1	7,5	3,1	1,5	4,0	6,4	1,6	8,5	5,0	9,5	6,5
Σάμος	6,8	3,5	0,2	1,2	1,0	2,6	1,3	4,5	2,0	5,5	3,0
Σέρρες	8,2	-4,0	-6,6	2,6	-4,0	-6,6	2,6	-1,5	-2,0	0,0	-0,5
Σητεία	5,7	8,0	4,7	1,1	5,0	7,1	1,3	9,0	6,0	10,0	7,0
Σκύρος	4,9	3,5	-0,4	0,3	2,0	-0,4	0,3	4,5	3,0	5,5	4,0
Σούδα	6,5	6,0	3,6	1,1	4,0	5,3	1,4	7,0	5,0	8,0	6,0
Τανάγρα	8,4	-0,5	-2,7	1,5	-1,5	-2,0	1,6	0,5	-0,5	2,0	1,0
Τρίκαλα Ημαθ.	8,4	-3,0	-5,9	2,5	-4,0	-5,5	2,8	-1,0	-2,0	1,0	0,0
Τυμπάκι	8,4	5,5	3,2	1,1	4,0	4,7	1,5	7,0	5,0	8,0	6,5
Χρυσούπολη	8,0	-2,5	-5,0	1,4	-3,5	-3,5	1,6	-1,0	-2,0	0,0	-1,0

Πίνακας 2.2. *Συνθήκες Σχεδιασμού Θέρους (°C)*

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 1%						ΣΥΝΘ. ΣΧΕΔ. 2,5%		ΣΥΝΘ. ΣΧΕΔ. 5%	
		DB 1%	MCWB M.T.	SD	WB 1%	M.T.	SD	DB 2,5%	WB 2,5%	DB 5%	WB 5%
Αθήνα/Αστεροσκ.*	10	36,0			22,0			34,0	22,0	33,0	22,0
Αθήνα/Ελλην	9,0	35,5	22,0	1,8	25,0	32,5	2,2	34,5	24,5	33,5	23,5
Αθήνα/Ν.Φιλαδ.	12,7	37,5	23,2	1,5	23,5	35,4	3,3	36,0	23,0	34,5	22,5
Αθήνα/Τατόϊ *	12,0	35,5	21,9	1,5	23,5	33,6	2,7	34,0	22,5	32,5	22,0
Αγρίνιο	15,9	36,5	24,6	1,3	25,0	35,6	2,4	35,0	24,5	34,0	23,5
Αγχίαλος	12,3	34,0	22,7	1,8	24,0	31,8	2,8	33,0	23,5	32,0	23,0
Αλεξ/πολη	12,9	34,0	22,4	1,2	23,5	30,8	2,9	32,5	22,5	31,5	22,0
Ανδραβίδα	12,7	33,5	23,4	1,6	25,0	30,5	2,5	32,0	24,5	31,0	24,0
Άραξος *	12	34,5	22,5	1,5	25,0	30,8	2,5	33,5	24,0	32,0	23,5
Άργος/Πυργέλα	16,8	37,0	22,5	1,1	24,0	29,9	4,1	35,5	23,5	34,0	23,0
Αργοστόλι	8,4	32,5	22,5	1,8	25,5	29,3	1,8	31,5	24,5	30,5	24,0
Άρτα	13,9	34,8	23,8	1,5	25,0	32,4	2,7	33,5	24,5	32,5	24,0
Ελευσίνα *	10	36,0	23,1	1,8	25,5	33,1	2,8	34,5	24,5	33,5	23,5
Ζάκυνθος *	8	33,0	21,2	1,6	25,0	28,9	2,1	31,5	24,5	30,5	24,0
Ηράκλειο	7,1	32,5	22,8	1,8	24,0	29,5	1,6	30,5	23,5	29,5	23,0
Θεσσαλονίκη (Πανεπιστήμιο)	11	35,0			25,0			34,0	24,0	33,0	24,0
Θεσσαλονίκη (Μίκρα)	12,8	34,5	22,7	1,5	24,0	32,2	2,3	33,5	23,5	32,0	23,0
Ιεράπετρα *	8	35,0	21,9	1,9	27,0	29,5	1,7	33,5	26,0	32,0	25,0
Ιωάννινα	15,9	34,5	21,2	1,4	22,0	30,9	2,9	33,0	21,5	31,5	21,0
Καλαμάτα	12,9	34,5	22,3	1,4	24,5	30,8	2,8	33,0	24,0	31,5	23,5
Καστοριά	15,3	33,5	20,9	1,9	21,0	30,9	2,9	32,0	20,5	31,0	20,0
Κέρκυρα	12,3	34,5	23,7	1,7	25,5	31,4	2,2	33,0	25,0	32,0	24,5
Κοζάνη *	16,0	33,5	21,0	1,5	22,5	32,0	2,7	32,0	21,5	30,5	20,5
Κομοτηνή *	13	33,5	21,5	1,3	23,0	31,6	2,4	32,5	22,5	31,0	21,5
Κόρινθος/Βέλο	14,0	35,5	24,3	1,3	25,0	32,5	2,8	34,5	24,5	33,0	24,0
Λαμία	12,9	36,0	22,7	1,7	24,0	33,4	3,1	34,5	23,5	33,5	23,0
Λάρισα	15,4	36,5	22,4	1,7	23,5	34,1	3,5	35,0	22,5	33,5	22,0
Λήμνος *	8	31,0	22,1	1,9	25,0	28,6	1,7	30,0	24,0	29,0	23,0
Μυτιλήνη *	9	33,0	21,3	1,5	23,5	29,6	2,2	31,5	23,0	30,5	22,5
Νάξος	5,1	30,5	22,8	1,8	24,5	29,5	1,6	29,5	23,5	28,5	23,0
Πειραιάς *	7	33,5	22,2	1,8	25,5	29,9	1,4	32,0	24,5	31,0	24,0
Πύργος	14,6	35,5	23,3	1,6	25,0	31,0	3,0	34,0	24,5	32,5	23,5
Ρόδος	7,8	32,5	23,2	1,6	25,5	29,4	1,6	31,5	25,0	30,5	24,5
Σάμος	10,3	35,5	21,7	1,6	23,5	31,7	3,2	34,5	23,0	33,5	22,5
Σέρρες	15,4	35,5	24,1	1,7	24,5	34,1	2,7	34,0	23,5	33,0	23,0
Σητεία	6,2	32,0	21,2	1,3	24,0	28,2	1,5	30,0	23,5	29,0	23,0
Σκύρος	6,3	31,5	22,7	1,7	24,0	28,9	2,0	30,0	23,5	29,0	23,0

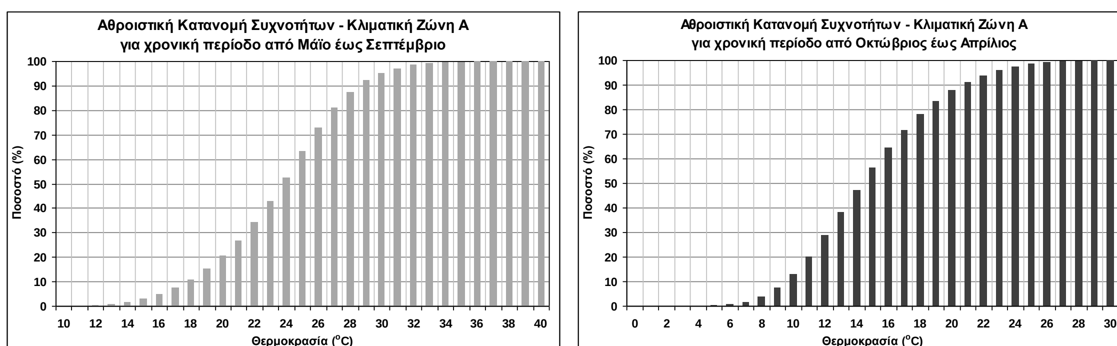
Σούδα	9,6	35,5	21,6	1,6	23,5	30,2	3,5	33,5	23,0	32,0	22,5
Τανάγρα	13,7	36,5	22,3	2,1	23,5	32,8	3,5	35,0	23,0	33,5	22,0
Τρίκαλα Ημαθ.	13,4	34,0	23,7	1,7	25,5	31,4	2,2	33,0	25,0	32,0	24,5
Τρίπολη *	16	34,0	19,1	1,2	20,5	31,2	3,8	32,5	19,5	31,0	19,0
Τυμπάκι	11,3	35,0	22,1	1,5	25,0	29,3	2,2	33,5	24,5	32,0	23,5
Φλώρινα	14	33,0	21,9	1,5	23,0	31,1	2,3	31,5	22,5	30,0	21,5
Χρυσούπολη	11,4	32,0	22,1	1,4	24,0	29,6	2,2	31,0	23,5	30,0	22,5

(*) Συνθήκες σχεδιασμού θέρους για περιοχές όπως αναφέρονταν στην ΤΟΤΕΕ 2425/86[6], για τις οποίες δεν υπάρχουν πιο πρόσφατες διαθέσιμες μετρήσεις από την ΕΜΥ.

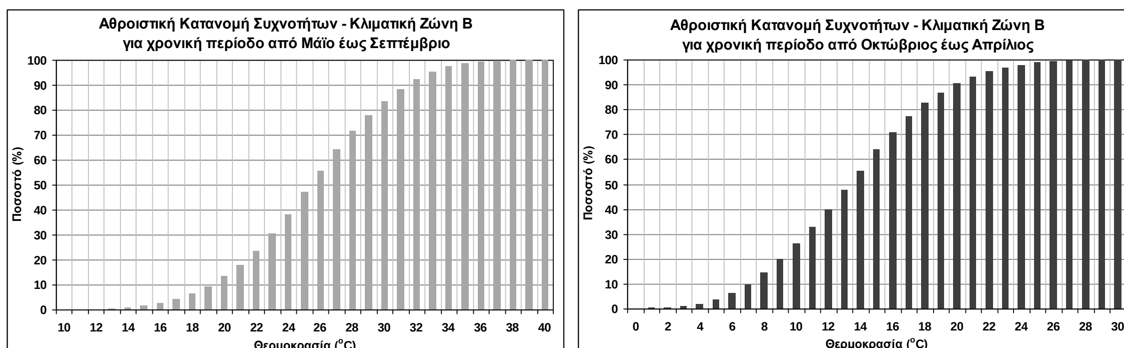
2.4. ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Εκτός από τις συνθήκες σχεδιασμού, σημαντική παράμετρος είναι η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο οι θερμοκρασίες σε κάθε περιοχή. Η παράμετρος αυτή είναι απαραίτητη για την εκτίμηση του μέσου εποχικού βαθμού απόδοσης λειτουργίας ενός συστήματος παραγωγής θερμότητας/ψύξης στα κτίρια. Ο εποχικός βαθμός απόδοσης ενός συστήματος παραγωγής, εκτιμάται πάντα βάσει των προδιαγραφών του κατασκευαστή και αφορά την απόδοση λειτουργίας του σε συνθήκες πλήρους και μερικού φορτίου κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν 2.1, 2.2, 2.3 και 2.4, δίνονται για τις 4 κλιματικές ζώνες ενδεικτικές καμπύλες των αθροιστικών κατανομών συχνοτήτων εμφάνισης των διαφόρων θερμοκρασιών σε μια περιοχή κατά τη θερινή (Μάιος έως Σεπτέμβριος) και κατά την χειμερινή (Οκτώβριο έως Απρίλιο) περίοδο. Οι κατανομές αυτές είναι ενδεικτικές για περιοχές με χαμηλό υψόμετρο. Για μεγαλύτερα υψόμετρα θα πρέπει να γίνει διόρθωση, βάσει της θερμοβαθμίδας, όπως περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.



Σχήμα 2.1. *Αθροιστική κατανομή συχνοτήτων θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα για την Κλιματική Ζώνη Α.*



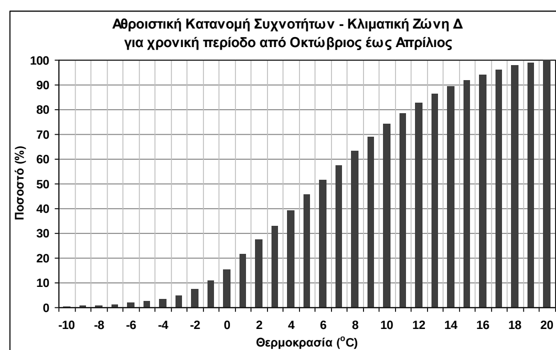
Σχήμα 2.2. *Αθροιστική κατανομή συχνοτήτων θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα για την Κλιματική Ζώνη Β.*





Σχήμα 2.3. *Αθροιστική κατανομή συχνοτήτων θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα για την Κλιματική Ζώνη Γ.*





Σχήμα 2.4. *Αθροιστική κατανομή συχνοτήτων θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα για την Κλιματική Ζώνη Δ.*

3. ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, όλες οι διεθνείς μεθοδολογίες υπολογισμού, απαιτούν τη χρήση κλιματικών δεδομένων για την κάθε κλιματική ζώνη ή/και περιοχή που βρίσκεται το κτίριο. Ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα αέρα, κ.α.), διαμορφώνεται και η τελική απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό του κτιρίου. Τα κλιματικά δεδομένα χρησιμοποιούνται στις διάφορες μεθοδολογίες υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, είτε σε ωριαία (μοντέλα προσομοίωσης), είτε σε μηνιαία βάση (μηνιαίες μεθοδολογίες).

Στην ενότητα αυτή καθορίζονται οι μέσες τιμές κλιματικών δεδομένων, όπως η μέση μηνιαία θερμοκρασία εικοσιτετραώρου, η μέση μηνιαία θερμοκρασία στη διάρκεια της ημέρας, η μέση σχετική υγρασία, η μέση ειδική υγρασία και η μέση ταχύτητα ανέμου, για διάφορες περιοχές της χώρας όπως υπολογίζονται από μετρήσεις. Η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία, παρουσιάζεται αναλυτικά στην επόμενη ενότητα.

Οι μέσες τιμές που έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα τεχνική οδηγία υπολογίστηκαν βάσει των προτύπων του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (W.M.O.) τα οποία αναφέρονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 15927-5:2005. Στο παράρτημα Α δίνονται σε συγκεντρωτικό πίνακα (Α.1) οι απόλυτη ελάχιστη, η μέση ελάχιστη, η μέση μέγιστη και απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία, η επικρατούσα κατεύθυνση του αέρα, η διάρκεια ηλιοφάνειας, η μέση νέφωση, το ύψος υετού για διάφορες ελληνικές περιοχές. Στον ίδιο πίνακα παρατίθενται και οι γεωγραφικές συντεταγμένες των σταθμών μέτρησης, καθώς και η περίοδος αναφοράς (περίοδος διάρκειας μετρήσεων).

3.1. ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

Σύμφωνα με την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 15927-5:2005, η μέση μηνιαία θερμοκρασία (^oC) για μια περίοδο υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών κάθε έτους της αναγραφόμενης περιόδου. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι ο μέσος όρος των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών ολόκληρης της περιόδου, ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία είναι, αντίστοιχα, ο μέσος όρος των ημερήσιων ελάχιστων θερμοκρασιών ολόκληρης της περιόδου.

Ως απολύτως μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία ορίζεται η υψηλότερη τιμή θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου (για τον εκάστοτε μήνα), ενώ η απολύτως ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία είναι η χαμηλότερη τιμή θερμοκρασίας για την ίδια περίοδο. Ως μέση μηνιαία απολύτως μέγιστη θερμοκρασία ορίζεται ο μέσος όρος των μηνιαίων μέγιστων θερμοκρασιών κάθε έτους για ένα συγκεκριμένο μήνα και ως μέση μηνιαία απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία ορίζεται ο μέσος όρος των μηνιαίων ελάχιστων θερμοκρασιών κάθε έτους για ένα συγκεκριμένο μήνα. Μέσες μηνιαίες τιμές ελάχιστων και μέγιστων θερμοκρασιών για τους δυσμενέστερους μήνες της θερινής και χειμερινής περιόδου δίνονται στο παράρτημα Α.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου χρησιμοποιούνται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες εικοσιτετραώρου της περιοχής όπου βρίσκεται το κτήριο. Στον πίνακα 3.1, δίνονται οι μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας εικοσιτετραώρου για πάνω από 60 πόλεις της χώρας μας.

Σε περίπτωση διαστασιολόγησης ηλιοθερμικών συστημάτων (ηλιακών συλλεκτών), είναι απαραίτητη και η χρήση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της ημέρας, δηλαδή η

μέση θερμοκρασία για την περίοδο από την ανατολή μέχρι την δύση του ηλίου. Η μέση θερμοκρασία μπορεί να εκτιμηθεί από την εμπειρική εξίσωση 3.1 που προτείνεται στα πρότυπα της ASHRAE[7].

$$To = 0,7 \cdot T\alpha + 0,3 \cdot Tm \quad [3.1]$$

όπου:

Το, είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας,

Τα, είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία εικοσιτετραώρου, πίνακας 3.1,

και Tm, είναι η μέση μηνιαία μέγιστη θερμοκρασία του αέρα.

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία Το κατά την διάρκεια της ημέρας για τις διάφορες περιοχές όπως υπολογίστηκε από την εξίσωση 3.1, δίνεται στον πίνακα 3.2.

Στους πίνακες 3.3, 3.4, 3.5 και 3.6, δίνονται αντίστοιχα οι μηνιαίες τιμές για τη μέση μέγιστη, τη μέση ελάχιστη, την απολύτως μέγιστη και την απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία. Η μέση μηνιαία μέγιστη ή ελάχιστη θερμοκρασία, είναι ο μέσος όρος των ημερήσιων μέγιστων ή ελάχιστων αντίστοιχα θερμοκρασιών για κάθε μήνα. Η απολύτως μέγιστη ή ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία είναι η μεγαλύτερη ή μικρότερη αντίστοιχα τιμή θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια του μήνα. Στους πίνακες 3.3, 3.4, 3.5 και 3.6, αναφέρονται με (*) και οι αντίστοιχες τιμές για ορισμένες περιοχές και για τέσσερις μόνο μήνες (δύο χειμερινούς και δύο θερινούς), όπως αναφέρονταν στην ΤΟΤΕΕ 2425/86[6] και για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμες πιο πρόσφατες μετρήσεις από την ΕΜΥ.

3.1.1. Βαθμοημέρες Θέρμανσης

Η πιο απλή και σύντομη μέθοδος υπολογισμού των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης ενός κτιρίου, είναι οι βαθμοημέρες θέρμανσης[7]. Η παράμετρος αυτή προκύπτει από την μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα εικοσιτετραώρου για τους θερινούς μήνες σε μια περιοχή και μια θερμοκρασία αναφοράς η οποία συνήθως λαμβάνεται ίση με 18°C. Η εξίσωση υπολογισμού των βαθμοημερών θέρμανσης DD είναι:

$$DD = \sum [N_{mo} \cdot (T_{\alpha\nu} - T_{\alpha})^{+}] \quad [3.2]$$

όπου:

N_{mo} ο αριθμός ημερών για το κάθε μήνα

$T_{\alpha\nu}$, η θερμοκρασία αναφοράς (°C),

και T_{α}, η μηνιαία θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος (°C)

($^{+}$) το σύμβολο αυτό δηλώνει ότι στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη μόνο οι περιπτώσεις κατά τις οποίες η θερμοκρασία T_{α} δεν υπερβαίνει τη θερμοκρασία αναφοράς $T_{\alpha\nu}$, δηλαδή έχουμε θετική τιμή στην παρένθεση.

Στο πίνακα 3.7 δίνονται οι βαθμοημέρες θέρμανσης για τις διάφορες περιοχές, με θερμοκρασία αναφοράς τους 18°C.

3.1.2. Βαθμοώρες Ψύξης

Για τον υπολογισμό των απαιτούμενων φορτίων ψύξης ενός κτιρίου, χρησιμοποιούνται οι βαθμοώρες ψύξης[7]. Η παράμετρος αυτή προκύπτει από την μέση ωριαία θερμοκρασία αέρα τους θερινούς μήνες σε μια περιοχή και μια θερμοκρασία αναφοράς η οποία συνήθως λαμβάνεται ίση με 26°C. Η εξίσωση υπολογισμού των βαθμοωρών ψύξης CDH είναι:

$$CDH = \sum [N_{mo} \cdot \sum_{i} (T_{\alpha i} - T_{\alpha\nu})^{+}] \quad [3.3]$$

όπου,

N_{mo} είναι ο αριθμός ημερών για το εκάστοτε μήνα

$T_{αν}$, είναι η θερμοκρασία αναφοράς (^oC),

και $T_{αi}$, είναι η μέση ωριαία θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος για το εκάστοτε μήνα (^oC)

($^+$) το σύμβολο αυτό δηλώνει ότι στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη μόνο οι περιπτώσεις κατά τις οποίες η θερμοκρασία $T_{αi}$ υπερβαίνει τη θερμοκρασία αναφοράς $T_{αν}$, δηλαδή έχουμε θετική τιμή στην παρένθεση.

Στο πίνακα 3.8 δίνονται οι βαθμοώρες ψύξης για τις διάφορες ελληνικές περιοχές, με θερμοκρασία αναφοράς τους 26^{o}C. Οι βαθμοώρες ψύξης του πίνακα 3.8 για ορισμένες περιοχές, κυρίως νησιωτικές, είναι πολύ χαμηλές. Αυτό συμβαίνει γιατί οι σταθμοί μέτρησης βρίσκονται σε περιοχές με βόρειο προσανατολισμό οι οποίες επηρεάζονται ιδιαίτερα από τα μελτέμια και η μέση μέγιστη θερμοκρασία τους όπως έχει καταγραφεί δεν υπερβαίνει τους 30 με 31 ^{o}C. Οι βαθμοώρες ψύξης σε μια άλλη περιοχή του ίδιου νησιού (ειδικότερα σε μεγάλα νησιά όπως η Κρήτη), με νότιο ή άλλο προσανατολισμό, πιθανώς να ήταν αυξημένες σε συνδυασμό πάντα με τα τοπικά μετεωρολογικά φαινόμενα.

3.2. ΜΕΣΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

Η μέση μηνιαία σχετική υγρασία (%) είναι ο μέσος όρος των μέσων μηνιαίων τιμών για την εξεταζόμενη περίοδο. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου χρησιμοποιούνται οι μέσες μηνιαίες σχετικές υγρασίες, όπως καταγράφηκαν από την ΕΜΥ και δίνονται στον πίνακα 3.9. Η σχετική υγρασία μπορεί να εκτιμηθεί και από τις μετρήσεις ξηρού και υγρού θερμομέτρου, όπως φαίνονται στους πίνακες 2.1 και 2.2.

3.3. ΕΙΔΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

Η ειδική υγρασία είναι άλλη μια παράμετρος που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, ιδιαίτερα όταν το κτίριο διαθέτει συστήματα κλιματισμού με διαχείριση αέρα (κεντρικές κλιματιστικές μονάδες – ΚΚΜ). Η ειδική υγρασία SH (gr υδρατμών/kg ξηρού αέρα) υπολογίζεται έμμεσα χρησιμοποιώντας τις εμπειρικές εξισώσεις που ακολουθούν, όπου λαμβάνονται υπόψη: η θερμοκρασία αέρα Τα, η σχετική υγρασία RH και η πίεση του αέρα P, η οποία θεωρείται σταθερή και ίση με 1013,25 hPa.

$$SH = \frac{MR}{1 + MR} \qquad [3.4]$$

όπου MR είναι η αναλογία μάζας μείγματος και δίνεται από την σχέση:

$$MR = \frac{0{,}622 \cdot Pv}{P - Pv} \qquad [3.5]$$

όπου Pv είναι τάση υδρατμών (hPa) στην θερμοκρασία αέρα Τα και δίνεται από την σχέση:

$$Pv = \frac{RH \cdot Psv}{100} \qquad [3.6]$$

όπου,

RH, η σχετική υγρασία (%) και

Pvs, η τάση κεκορεσμένων ατμών (hPa) στη θερμοκρασία αέρα Τα (^{o}C) και δίνεται από την σχέση:

$$Psv = 6{,}11 \cdot 10^{7{,}5 \cdot \frac{T_{\alpha}}{273{,}5 + T_{\alpha}}} \quad [3.7]$$

Με βάση τις μετρήσεις της ΕΜΥ, υπολογίστηκε η μέση μηνιαία ειδική υγρασία (gr/kg αέρα) για διάφορες περιοχές της Ελλάδας, όπως δίνονται στον πίνακα 3.10.

3.4. ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ

Η μέση μηνιαία ταχύτητα του ανέμου υπολογίζεται από τις μέσες ημερήσιες ταχύτητες οι οποίες προκύπτουν από το μέσο όρο όλων των παρατηρήσεων που πραγματοποιεί ο μετεωρολογικός σταθμός σε ημερήσια βάση. Η επικρατούσα διεύθυνση είναι αυτή η οποία εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα κατά τη διάρκεια του μήνα και υπολογίζεται από τους πίνακες συχνοτήτων των ωρών 6:00, 12:00 και 18:00 UTC. Στον πίνακα 3.11, δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ταχύτητας του ανέμου (m/s) για διάφορες περιοχές της Ελλάδας, σύμφωνα με την επεξεργασία δεδομένων που καταγράφηκαν από την ΕΜΥ.

3.5. ΜΕΣΗ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ

Η μέση μηνιαία ηλιοφάνεια είναι ο μέσος όρος των ωρών ηλιοφάνειας για κάθε μήνα της εξεταζόμενης περιόδου. Οι μηνιαίες ώρες ηλιοφάνειας υπολογίζονται με το άθροισμα των ωρών της ημερήσιας ηλιοφάνειας. Αν δεν υπάρχουν μετρήσεις για την τελευταία, είναι δυνατός και ο έμμεσος υπολογισμός της με την εμπειρική σχέση[8]:

$$\nu = 8\left(1 - \frac{n}{H}\right) \quad [3.8]$$

όπου: ν, είναι η μέση νέφωση σε όγδοα,

n, είναι η παρατηρούμενη ηλιοφάνεια,

και Η, είναι η θεωρητικά αναμενόμενη ηλιοφάνεια.

3.6. ΜΕΣΗ ΝΕΦΩΣΗ

Η μέση μηνιαία νέφωση είναι ο μέσος όρος των μηνιαίων τιμών νέφωσης όλων των ετών της εξεταζόμενης περιόδου. Μέσες μηνιαίες νέφωσης για τους δυσμενέστερους μήνες της θερινής και χειμερινής περιόδου δίνονται στο παράρτημα Α, στον πίνακα Α1.

3.7. ΜΕΣΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ

Μέσο μηνιαίο ύψος υετού είναι ο μέσος όρος των μηνιαίων υψών υετού όλων των ετών της περιόδου, όπου το μηνιαίο ύψος έχει υπολογιστεί από το άθροισμα των ημερήσιων υψών υετού. Τιμές για το μέσο ύψος υετού (mm) για τους δυσμενέστερους μήνες της θερινής και χειμερινής περιόδου δίνονται στο παράρτημα Α, στον πίνακα Α1.

Πίνακας 3.1. *Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου [^oC]*

Περιοχή/μήνας	**ΙΑΝ**	**ΦΕΒ**	**ΜΑΡ**	**ΑΠΡ**	**ΜΑΙ**	**ΙΟΥΝ**	**ΙΟΥΛ**	**ΑΥΓ**	**ΣΕΠ**	**ΟΚΤ**	**ΝΟΕ**	**ΔΕΚ**
Αθήνα (Ελληνικό)	10,3	10,6	12,3	16,0	20,7	25,4	28,1	28,0	24,3	19,6	15,4	12,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	8,7	9,3	11,2	15,4	20,7	25,7	28,1	27,5	23,4	18,2	13,8	10,3
Αγρίνιο	8,3	9,2	11,5	15,2	20,4	24,8	27,2	27,0	23,0	18,0	13,2	9,6
Αγχίαλος	6,6	7,7	10,0	14,3	19,6	24,6	26,9	26,3	22,2	17,0	12,1	8,1
Αλεξανδρούπολη	5,0	5,9	8,3	13,2	18,4	23,2	25,9	25,6	21,1	15,7	10,8	7,0
Αλίαρτος	7,1	8,2	10,6	15,2	20,6	25,7	27,2	26,2	22,6	16,9	12,0	8,6
Ανδραβίδα	9,4	9,9	11,8	14,8	19,5	23,7	25,9	26,0	22,9	18,3	14,1	10,9
Άραξος	10,2	10,5	12,2	15,2	19,8	24,1	26,6	26,8	23,4	19,0	14,7	11,6
Άργος (Πυργέλα)	8,1	8,4	10,6	14,7	20,0	24,9	27,3	26,5	22,6	17,8	12,9	9,5
Αργοστόλι	11,4	11,5	12,8	15,3	19,5	23,5	25,7	26,1	23,4	19,8	15,8	12,8
Άρτα	8,0	9,0	11,5	14,6	19,6	23,6	25,7	25,6	22,0	17,8	12,5	9,1
Δράμα	4,7	6,5	10,0	14,7	20,2	24,7	26,7	25,9	22,3	16,4	9,9	6,0
Έδεσσα	4,5	6,2	9,6	13,4	18,6	23,8	25,2	24,5	20,7	15,6	9,4	5,8
Ζάκυνθος	10,5	10,5	11,8	14,8	19,7	24,3	27,2	27,1	23,6	19,1	14,8	11,7
Ηράκλειο	12,1	12,2	13,5	16,5	20,3	24,4	26,2	26,1	23,6	20,1	16,7	13,7
Θεσσαλονίκη	5,3	6,8	9,8	14,3	19,7	24,5	26,8	26,2	21,9	16,3	11,1	6,9
Ιεράπετρα	12,9	12,9	14,2	17,0	20,9	25,4	27,8	27,7	24,9	21,0	17,5	14,5
Ιωάννινα	4,7	6,0	8,8	12,4	17,5	22,0	24,9	24,5	20,1	15,0	9,7	5,8
Καλαμάτα	10,2	10,6	12,3	15,2	19,8	24,2	26,5	26,3	23,2	19,0	14,8	11,6
Καρδίτσα	4,5	6,9	10,4	13,9	18,0	24,2	26,3	25,6	22,1	16,1	10,1	4,3
Καρπενήσι	3,8	3,1	5,4	10,6	14,7	18,9	21,6	20,9	17,6	12,4	6,8	4,8
Κάρυστος	10,4	10,3	12,4	15,7	19,5	24,2	26,8	26,4	23,6	19,4	14,9	11,7
Καστοριά	2,2	3,4	6,9	11,5	16,4	21,4	24,0	23,2	18,9	13,4	7,2	3,0
Κέρκυρα	9,7	10,3	12,0	15,0	19,8	24,0	26,5	26,5	22,7	18,5	14,3	11,1
Κοζάνη	2,3	3,7	6,9	11,6	16,8	21,5	24,1	23,6	19,3	13,5	8,0	3,9
Κομοτηνή	4,8	6,2	8,6	13,1	18,4	23,0	25,5	25,0	20,6	15,2	10,8	7,0
Κόνιτσα	5,2	6,5	9,5	12,2	17,2	21,7	24,4	24,0	20,3	15,4	9,8	6,4
Κόρινθος (Βέλο)	8,8	9,3	11,5	15,4	20,7	25,8	28,3	27,8	23,4	18,6	13,4	10,1
Κύθηρα	10,9	10,9	11,9	14,6	18,9	23,2	25,7	25,7	22,9	19,1	15,8	12,7
Κως	11,0	10,5	12,1	15,4	19,5	23,8	25,9	25,4	23,2	19,4	15,0	12,4
Λαμία	7,1	8,1	10,7	15,0	20,2	25,4	27,0	26,0	22,5	17,0	11,9	8,2
Λάρισα	5,2	6,8	9,5	14,0	19,7	25,2	27,3	26,3	21,9	16,3	10,9	6,5
Λευκάδα	10,2	10,6	12,7	15,2	19,4	23,1	25,4	25,5	23,0	19,3	14,6	11,5
Λήμνος	7,4	7,8	9,7	13,8	18,5	23,6	25,9	25,1	21,5	16,8	12,3	9,0
Μεθώνη	11,3	11,5	12,9	15,4	19,0	22,6	24,8	25,7	23,6	19,8	16,0	12,9
Μήλος	10,7	10,8	11,9	15,0	19,4	23,6	25,2	24,9	22,3	18,8	15,3	12,4
Μυτιλήνη	9,5	9,9	11,6	15,6	20,2	24,7	26,6	26,1	22,9	18,5	14,3	11,3
Νάξος	12,1	12,2	13,3	16,1	19,5	23,3	24,9	24,8	22,8	19,6	16,3	13,6
Ξάνθη	5,6	6,8	9,6	14,3	19,8	24,1	26,6	26,0	22,4	16,5	11,0	6,9
Πάρος	11,2	11,2	12,9	16,2	19,8	24,0	25,5	25,0	22,8	19,1	15,2	12,3
Πάτρα	10,0	10,6	12,5	15,6	20,1	24,1	26,4	26,7	23,5	19,0	14,5	11,4
Πολύγυρος	4,9	4,7	8,7	12,4	16,3	22,4	24,0	24,1	21,3	15,1	10,7	6,8
Πύργος	9,6	10,1	12,2	15,2	19,7	23,9	26,4	26,3	23,0	18,7	14,1	11,0
Ρέθυμνο	12,8	12,9	14,2	17,1	20,7	24,9	26,9	26,8	24,2	20,6	17,3	14,5
Ρόδος	12,0	12,2	13,7	16,6	20,6	24,8	26,9	27,1	24,7	20,9	16,7	13,5
Σάμος	10,4	10,2	12,2	16,1	20,8	25,7	28,6	28,2	24,4	19,6	14,7	12,0
Σέρρες	4,0	6,3	9,7	14,4	19,7	24,4	26,5	25,6	21,7	15,7	9,4	4,8
Σητεία	12,2	12,3	13,6	16,6	20,3	24,2	25,9	25,7	23,6	20,2	16,8	13,8
Σκύρος	9,9	10,2	11,5	15,0	19,3	23,7	25,5	25,1	22,2	18,3	14,6	11,6

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σούδα	10,9	11,0	12,6	15,8	20,1	24,6	26,6	26,1	23,1	19,3	15,6	12,6
Σπάρτη	9,5	10,1	12,3	15,6	20,9	25,9	28,2	27,4	24,2	19,3	14,0	10,7
Σύρος	11,8	11,8	13,1	16,4	20,3	25,0	26,7	26,5	24,1	20,1	15,9	12,8
Τανάγρα	7,5	8,2	10,2	14,5	20,0	25,3	27,5	26,7	22,4	17,2	12,8	9,4
Τρίκαλα (Ημαθίας)	4,7	6,1	9,6	14,4	19,7	24,3	25,9	25,0	21,1	15,8	9,7	5,5
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	5,4	6,9	10,6	15,0	20,6	25,6	27,4	26,1	22,6	16,4	10,2	6,4
Τρίπολη	5,1	5,8	7,9	11,7	17,0	22,0	24,5	24,1	20,0	14,6	10,1	6,7
Τυμπάκιο	11,7	11,8	13,4	16,4	20,7	24,9	27,8	27,5	24,4	20,3	16,4	13,2
Φλώρινα	0,5	2,7	6,7	11,6	16,8	21,0	23,1	22,5	18,4	12,6	7,0	2,2
Χαλκίδα	9,1	9,1	11,8	16,1	20,7	25,8	27,8	27,5	24,5	19,7	13,9	10,5
Χανιά	11,6	11,8	13,2	16,3	20,1	24,5	26,5	26,1	23,3	19,4	16,1	13,1
Χίος	9,6	9,7	11,6	15,1	19,6	24,1	26,4	25,9	22,7	18,1	13,6	11,1
Χρυσούπολη (Καβάλα)	5,5	6,2	8,7	13,7	18,6	23,4	25,9	25,3	21,0	15,6	10,4	6,6

Πίνακας 3.2. *Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας [°C], (μέση θερμοκρασία για την περίοδο ηλιοφάνειας της ημέρας).*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	11,3	11,7	13,4	17,1	21,8	26,5	29,2	29,2	25,5	20,7	16,4	13,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	9,8	10,6	12,6	16,9	22,3	27,4	29,8	29,2	25,1	19,8	15,1	11,5
Αγρίνιο	9,9	10,8	13,1	16,8	22,1	26,5	29,1	29,0	25,0	20,0	14,9	11,2
Αγχίαλος	8,0	9,1	11,3	15,7	20,9	25,9	28,2	27,7	23,7	18,4	13,5	9,4
Αλεξανδρούπολη	6,1	7,1	9,5	14,4	19,6	24,4	27,2	27,1	22,7	17,1	12,0	8,1
Αλίαρτος	8,4	9,6	12,0	16,7	22,2	27,2	28,7	27,9	24,4	18,5	13,5	9,9
Ανδραβίδα	10,8	11,3	13,2	16,2	20,9	25,0	27,3	27,5	24,5	20,0	15,6	12,2
Άραξος	11,3	11,6	13,3	16,4	21,1	25,4	28,0	28,2	24,8	20,3	15,9	12,7
Άργος (Πυργέλα)	10,0	10,3	12,5	16,7	21,9	26,8	29,3	28,6	24,8	19,8	14,7	11,3
Αργοστόλι	12,3	12,3	13,7	16,2	20,4	24,4	26,6	27,1	24,4	20,8	16,7	13,6
Άρτα	9,7	10,7	13,1	16,2	21,2	25,2	27,4	27,5	24,0	19,8	14,3	10,7
Δράμα	5,8	7,7	11,4	16,2	21,7	26,3	28,3	27,5	24,0	17,9	11,0	6,9
Έδεσσα	6,0	7,5	10,8	14,6	19,9	25,2	26,6	26,0	22,3	16,9	10,8	7,1
Ζάκυνθος	11,7	11,6	13,0	16,0	21,0	25,6	28,6	28,5	25,1	20,5	16,0	12,8
Ηράκλειο	13,0	13,2	14,5	17,6	21,3	25,3	27,0	26,9	24,5	21,1	17,7	14,7
Θεσσαλονίκη	6,5	8,1	11,2	15,8	21,1	25,9	28,2	27,7	23,5	17,8	12,4	8,1
Ιεράπετρα	13,9	13,9	15,2	18,0	22,0	26,5	29,0	28,9	26,1	22,2	18,6	15,5
Ιωάννινα	6,3	7,6	10,5	14,0	19,2	23,7	26,7	26,5	22,1	16,9	11,4	7,3
Καλαμάτα	11,7	12,1	13,7	16,6	21,2	25,6	27,9	27,8	24,9	20,7	16,5	13,1
Καρδίτσα	5,8	8,3	12,1	15,6	19,9	26,2	28,2	27,5	24,0	17,8	11,4	5,5
Καρπενήσι	5,0	4,2	6,6	12,1	16,1	20,4	23,0	22,5	19,3	13,9	8,2	6,0
Κάρυστος	11,4	11,3	13,5	16,8	20,6	25,3	27,9	27,5	24,8	20,5	15,9	12,6
Καστοριά	3,6	4,8	8,4	13,1	18,0	23,1	25,7	25,1	20,9	15,1	8,6	4,2
Κέρκυρα	11,0	11,5	13,2	16,2	21,0	25,2	27,9	28,0	24,2	19,9	15,6	12,4
Κοζάνη	3,4	5,0	8,3	13,0	18,3	23,0	25,7	25,3	21,0	15,1	9,4	5,1
Κομοτηνή	6,0	7,5	9,9	14,4	19,8	24,4	26,9	26,6	22,3	16,9	12,4	8,3
Κόνιτσα	6,6	8,0	11,0	13,8	18,9	23,5	26,3	26,0	22,3	17,1	11,2	7,6
Κόρινθος (Βέλο)	10,2	10,7	12,9	16,8	22,1	27,2	29,7	29,3	24,9	20,1	14,8	11,4
Κύθηρα	11,5	11,5	12,6	15,3	19,7	24,1	26,6	26,6	23,7	19,9	16,4	13,3
Κως	11,8	11,3	13,0	16,4	20,6	25,1	27,3	26,8	24,5	20,5	15,8	13,2
Λαμία	8,5	9,5	12,2	16,6	21,8	27,1	28,7	27,7	24,3	18,7	13,4	9,6
Λάρισα	6,6	8,4	11,1	15,7	21,5	27,0	29,1	28,2	23,9	18,1	12,4	7,9
Λευκάδα	11,2	11,6	13,6	16,1	20,4	24,1	26,5	26,6	24,0	20,4	15,6	12,4
Λήμνος	8,4	8,7	10,6	14,8	19,5	24,6	26,9	26,2	22,6	17,9	13,2	9,9
Μεθώνη	12,3	12,5	13,9	16,3	19,9	23,5	25,7	26,6	24,6	20,9	17,1	13,9
Μήλος	11,4	11,6	12,7	16,0	20,5	24,7	26,2	25,9	23,3	19,7	16,1	13,1
Μυτιλήνη	10,3	10,7	12,5	16,6	21,3	25,8	27,7	27,3	24,0	19,5	15,2	12,1
Νάξος	12,8	12,9	14,0	16,9	20,3	24,1	25,5	25,4	23,4	20,3	17,1	14,3
Ξάνθη	6,7	7,9	10,7	15,6	21,0	25,4	28,0	27,4	23,8	17,9	12,1	8,0
Πάρος	12,3	12,3	14,2	17,6	21,1	25,3	26,7	26,4	24,3	20,5	16,4	13,4
Πάτρα	11,4	11,9	13,8	16,8	21,3	25,3	27,5	28,0	24,9	20,5	16,0	12,8
Πολύγυρος	6,7	5,9	10,0	13,6	17,6	23,5	25,1	25,0	22,4	16,5	12,1	8,6
Πύργος	11,1	11,6	13,7	16,6	21,2	25,4	28,1	28,0	24,8	20,5	15,7	12,4
Ρέθυμνο	13,6	13,7	15,1	18,1	21,8	25,9	27,8	27,7	25,2	21,6	18,2	15,3
Ρόδος	12,9	13,1	14,7	17,6	21,7	25,9	28,0	28,2	25,8	22,0	17,8	14,4
Σάμος	11,3	11,2	13,3	17,2	22,0	26,9	29,8	29,5	25,7	20,7	15,7	12,9
Σέρρες	5,2	7,7	11,2	16,0	21,4	26,1	28,3	27,5	23,6	17,4	10,8	6,0
Σητεία	13,1	13,2	14,6	17,6	21,3	25,1	26,7	26,5	24,5	21,2	17,8	14,7
Σκύρος	10,6	11,0	12,3	15,8	20,1	24,5	26,2	25,8	23,0	19,1	15,4	12,3

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σούδα	11,9	12,1	13,8	17,1	21,4	25,9	27,8	27,3	24,4	20,5	16,8	13,7
Σπάρτη	10,9	11,5	13,8	17,3	22,6	27,7	30,1	29,4	26,1	21,1	15,5	12,1
Σύρος	12,5	12,6	13,9	17,3	21,3	25,9	27,5	27,3	25,0	20,9	16,7	13,5
Τανάγρα	8,8	9,6	11,6	16,0	21,5	26,7	28,9	28,2	24,1	18,8	14,2	10,6
Τρίκαλα (Ημαθίας)	6,0	7,6	11,2	16,0	21,3	25,9	27,6	26,9	23,1	17,6	11,1	6,8
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	6,8	8,3	12,0	16,5	22,2	27,3	29,0	27,8	24,5	18,1	11,7	7,8
Τρίπολη	6,5	7,2	9,4	13,3	18,7	23,7	26,2	25,9	21,9	16,4	11,7	8,1
Τυμπάκιο	13,0	13,0	14,6	17,7	21,9	26,0	29,0	28,8	25,7	21,7	17,8	14,5
Φλώρινα	1,7	4,1	8,2	13,1	18,4	22,6	24,8	24,4	20,4	14,5	8,5	3,4
Χαλκίδα	10,2	10,1	12,7	16,9	21,3	26,3	28,7	28,3	24,7	20,1	14,5	11,5
Χανιά	12,9	13,2	14,6	17,7	21,5	25,8	27,6	27,3	24,6	20,7	17,5	14,5
Χίος	10,4	10,6	12,6	16,1	20,6	25,2	27,5	27,0	23,8	19,2	14,4	11,8
Χρυσούπολη (Καβάλα)	6,7	7,4	9,8	14,8	19,8	24,5	27,1	26,7	22,5	17,0	11,6	7,7

Πίνακας 3.3. *Μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία [ºC].*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα * (Ανάβρυτα)	12,0	13,0					31,9	32,1				
Αθήνα * (Αστεροσκοπείο)	13,9	15,0					33,0	33,0				
Αθήνα (Ελληνικό)	13,6	14,2	15,8	19,5	24,2	28,9	31,9	31,9	28,3	23,4	18,8	15,2
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	12,5	13,6	15,7	20,4	26,1	31,2	33,6	33,3	29,2	23,5	18,2	14,2
Αγρίνιο	13,6	14,5	16,9	20,6	26,0	30,5	33,4	33,7	29,8	24,5	18,9	14,8
Αγχίαλος	11,1	12,3	14,4	18,9	24,0	29,0	31,1	30,8	27,1	21,8	16,8	12,5
Αίγιο*	13,1	14,0					32,8	32,7				
Αλεξανδρούπολη	8,6	9,8	12,2	17,2	22,4	27,2	30,3	30,5	26,3	20,4	14,8	10,6
Αλίαρτος	11,5	12,7	15,4	20,2	25,8	30,8	32,2	31,7	28,5	22,3	17,1	12,9
Ανδραβίδα	14,0	14,4	16,4	19,3	24,0	28,1	30,4	31,1	28,1	23,8	19,1	15,3
Αντίπαρος*	13,9	14,8					27,1	27,2				
Ανώγεια* (Κρήτης)	11,5	10,6					27,6	27,2				
Άραξος	13,8	14,2	16,0	19,1	24,0	28,3	31,1	31,4	28,1	23,4	18,7	15,2
Άργος (Πυργέλα)	14,5	14,8	17,0	21,2	26,2	31,1	33,8	33,5	29,9	24,6	19,0	15,5
Αργοστόλι	14,3	14,3	15,8	18,3	22,6	26,5	28,8	29,5	26,8	23,1	18,8	15,5
Άρτα	13,8	14,5	16,9	19,9	25,0	28,8	31,4	31,8	28,5	24,3	18,4	14,5
Αστυπάλαια*	14,6	14,8					28,6	28,7				
Βόλος*	11,3	13,0					31,1	31,0				
Δομοκός*	6,5	7,5					29,3	23,5				
Δράμα	8,2	10,5	14,5	19,6	25,2	29,9	31,9	31,1	28,0	21,3	13,6	9,0
Έδεσσα	9,4	10,5	13,6	17,5	23,0	28,3	29,8	29,4	25,9	20,0	13,9	10,0
Ελευσίνα*	13,4	14,1					32,9	32,9				
Ζάκυνθος	14,4	14,3	15,8	18,8	24,0	28,6	31,9	31,9	28,5	23,6	18,8	15,4
Ηράκλειο	15,2	15,5	16,8	20,1	23,5	27,3	28,8	28,6	26,5	23,4	20,1	17,0
Θάσος*	10,0	10,8					30,5	30,5				
Θεσσαλονίκη	9,3	11,0	14,3	19,2	24,5	29,3	31,6	31,3	27,2	21,3	15,4	10,9
Θήρα*	13,4	13,6					28,5	28,1				
Ιεράπετρα	16,1	16,2	17,6	20,4	24,5	29,2	31,8	31,8	28,8	24,9	21,1	17,7
Ικαρία*	15,0	15,3					31,0	31,1				
Ιωάννινα	10,0	11,4	14,4	17,7	23,1	27,7	30,9	31,0	26,6	21,3	15,4	10,9
Καβάλα*	8,6	10,2					29,8	29,8				
Καλάβρυτα*	8,4	9,7					28,8	28,8				
Καλαμάτα	15,2	15,5	17,1	20,0	24,4	28,9	31,2	31,4	28,7	24,8	20,5	16,6
Καλαμπάκα*	9,2	10,8					33,3	33,0				
Καρδίτσα	8,8	11,7	16,1	19,7	24,3	30,8	32,6	31,8	28,4	21,9	14,5	8,4
Κάρπαθος*	16,5	16,5					30,4	30,6				
Καρπενήσι	7,8	6,9	9,3	15,5	19,5	23,8	26,4	26,2	23,2	17,5	11,3	8,7
Κάρυστος	13,7	13,5	15,9	19,4	23,3	28,0	30,4	30,1	27,6	23,2	18,3	14,8
Καστοριά	6,8	8,1	12,0	16,9	21,8	27,1	29,7	29,6	25,4	19,2	11,9	7,1
Κέρκυρα	13,9	14,3	16,0	19,1	23,9	28,1	31,0	31,4	27,6	23,3	18,7	15,3
Κοζάνη	6,1	8,0	11,4	16,3	21,7	26,5	29,3	29,2	25,0	18,8	12,7	8,0
Κομοτηνή	8,8	10,4	12,8	17,5	22,9	27,7	30,2	30,4	26,4	21,0	16,0	11,2
Κόνιτσα	10,0	11,4	14,6	17,4	22,7	27,6	30,8	30,7	27,1	21,1	14,6	10,5
Κόρινθος (Βέλο)	13,3	14,0	16,2	20,2	25,3	30,4	32,9	32,7	28,5	23,6	18,0	14,4
Κύθηρα	12,8	13,0	14,1	17,0	21,6	26,2	28,7	28,7	25,5	21,7	17,8	14,6
Κύμη*	11,6	12,6					28,6	28,5				
Κως	13,6	13,2	15,0	18,8	23,3	28,0	30,4	30,0	27,4	23,1	17,7	14,9

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Λαμία	11,6	12,8	15,6	20,2	25,5	30,9	32,5	31,7	28,5	22,7	16,9	12,7
Λάρισα	9,8	12,1	14,9	19,8	25,8	31,1	33,2	32,7	28,5	22,3	15,9	11,0
Λευκάδα	13,4	13,8	15,8	18,3	22,7	26,5	29,0	29,0	26,4	22,8	17,8	14,6
Λήμνος	10,6	10,9	12,8	17,2	21,9	27,0	29,3	28,7	25,3	20,3	15,4	12,0
Λιδωρίκι*	9,9	11,2					31,0	31,4				
Μεθώνη	14,7	14,8	16,1	18,4	22,0	25,5	27,7	28,8	26,9	23,6	19,6	16,3
Μήλος	13,1	13,3	14,7	18,3	23,0	27,3	28,4	28,1	25,5	21,8	18,1	14,8
Μυτιλήνη	12,1	12,6	14,6	19,0	23,9	28,5	30,4	30,2	26,7	21,7	17,2	13,8
Νάξος	14,4	14,6	15,7	18,7	22,0	25,8	26,9	26,7	24,9	21,8	18,8	15,8
Ναύπλιο*	14,5	15,5					32,5	32,8				
Ξάνθη	9,4	10,4	13,4	18,5	23,8	28,4	31,1	30,7	27,2	21,1	14,5	10,4
Ορεστιάδα*	6,2	8,8					31,5	31,4				
Παλαιοχώρα*	16,5	16,1					32,4	32,1				
Πάρος	14,9	15,0	17,1	20,8	24,2	28,4	29,6	29,5	27,7	23,9	19,2	16,0
Πάτρα	14,5	15,0	16,8	19,7	24,2	28,0	30,1	30,9	28,2	24,1	19,5	16,1
Πειραιάς*	13,7	14,3					30,9	31,1				
Πολύγυρος	10,9	8,7	13,0	16,5	20,6	26,0	27,5	27,1	24,8	19,7	15,2	12,8
Πτολεμαΐδα*	5,8	8,6					29,0	30,0				
Πύργος	14,7	15,1	17,2	20,0	24,7	29,0	31,9	32,1	29,0	24,8	19,4	15,8
Ρέθυμνο	15,5	15,7	17,2	20,4	24,2	28,2	29,9	29,8	27,5	24,0	20,4	17,2
Ρόδος	15,1	15,2	16,9	20,0	24,2	28,3	30,5	30,7	28,2	24,5	20,2	16,6
Σάμος	13,4	13,4	15,7	19,7	24,7	29,8	32,7	32,5	28,6	23,4	18,0	14,9
Σέρρες	8,1	10,8	14,8	19,8	25,3	30,1	32,4	31,8	28,1	21,4	13,9	8,8
Σητεία	15,2	15,4	16,9	20,0	23,6	27,3	28,6	28,5	26,6	23,6	20,2	16,9
Σκόπελος*	11,6	12,7					28,7	28,6				
Σκύρος	12,3	12,7	14,0	17,8	21,9	26,2	27,8	27,4	24,7	20,8	17,1	13,9
Σούδα	14,3	14,7	16,5	20,0	24,5	28,9	30,5	30,2	27,4	23,4	19,6	16,2
Σουφλί*	6,8	9,3					31,2	31,0				
Σπάρτη	14,2	14,8	17,4	21,1	26,7	32,0	34,5	34,0	30,5	25,3	19,0	15,2
Σύρος	14,1	14,4	15,8	19,4	23,6	28,1	29,5	29,3	27,0	22,9	18,5	15,1
Τανάγρα	11,7	12,7	14,9	19,4	25,0	30,1	32,0	31,6	27,9	22,4	17,5	13,4
Τρίκαλα (Ημαθίας)	9,1	11,1	14,9	19,8	25,1	29,7	31,4	31,2	27,7	21,8	14,5	9,7
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	10,0	11,6	15,4	20,0	25,8	31,1	32,8	31,9	28,8	22,1	15,1	10,9
Τρίπολη	9,6	10,5	13,0	17,1	22,7	27,8	30,1	30,1	26,4	20,6	15,5	11,2
Τυμπάκιο	15,9	15,9	17,5	20,6	24,6	28,7	31,7	31,8	28,8	24,9	21,2	17,5
Φάρσαλα*	9,5	11,7					26,4	33,2				
Φλώρινα	4,6	7,3	11,8	16,7	22,0	26,2	28,8	28,7	25,2	19,0	12,1	6,3
Χαλκίδα	12,7	12,4	14,8	18,6	22,6	27,4	30,7	30,3	27,0	21,0	16,0	13,9
Χανιά	15,8	16,5	17,9	21,0	24,7	28,7	30,3	30,0	27,7	23,7	20,9	17,8
Χίος	12,3	12,7	14,8	18,4	22,9	27,7	29,9	29,4	26,3	21,7	16,4	13,5
Χρυσούπολη (Καβάλα)	9,6	10,3	12,5	17,5	22,5	27,2	30,0	30,1	25,9	20,4	14,5	10,4

(*) τιμές για ορισμένες περιοχές και μόνο για τέσσερις μήνες, όπως αναφέρονταν στην ΤΟΤΕΕ 2425/86[6] και για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμες πιο πρόσφατες μετρήσεις από την ΕΜΥ.

Πίνακας 3.4. *Μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία [°C].*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα * (Ανάβρυτα)	3,0	3,2					18,2	18,7				
Αθήνα * (Αστεροσκοπείο)	6,7	7,3					23,4	23,3				
Αθήνα (Ελληνικό)	7,0	7,2	8,4	11,5	15,8	20,2	22,9	22,9	19,7	15,6	12,1	8,8
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	5,2	5,4	6,7	9,7	14,0	18,3	20,9	20,8	17,4	13,5	9,9	6,8
Αγρίνιο	3,3	3,9	5,5	8,3	12,4	15,7	17,6	17,8	15,1	11,6	8,0	4,9
Αγχίαλος	2,8	3,5	4,9	7,8	12,2	16,4	18,8	18,7	15,7	12,2	8,2	4,5
Αίγιο*	5,9	6,4					20,8	21,0				
Αλεξανδρούπολη	1,3	1,8	3,5	7,1	11,3	15,1	17,7	17,6	14,2	10,3	6,6	3,2
Αλίαρτος	3,2	3,6	4,9	7,9	12,1	15,9	17,8	17,3	14,4	10,9	7,1	4,3
Ανδραβίδα	5,1	5,4	6,8	9,0	12,6	16,0	17,8	18,4	16,3	12,8	9,7	6,9
Αντίπαρος*	9,8	10,1					22,2	22,5				
Ανώγεια*	4,7	4,9					19,4	19,2				
Άραξος	6,3	6,4	7,5	9,6	13,0	16,5	18,7	19,5	17,0	14,1	10,5	7,7
Άργος (Πυργέλα)	2,9	2,9	4,1	6,4	10,4	13,8	16,5	16,7	14,0	11,3	7,7	4,6
Αργοστόλι	8,4	8,4	9,4	11,4	14,8	18,1	20,3	21,1	19,1	16,1	12,6	9,8
Άρτα	3,3	4,0	5,8	8,3	12,6	15,5	17,4	17,9	15,0	11,9	7,9	4,8
Αστυπάλαια*	9,7	10,1					22,5	22,9				
Βόλος*	4,4	5,3					21,7	21,5				
Δομοκός*	1,3	1,9					18,5	15,0				
Δράμα	0,4	1,5	4,2	8,0	12,8	16,9	19,0	17,6	15,0	10,4	5,5	2,0
Έδεσσα	1,1	2,4	5,1	8,4	13,1	17,2	18,7	18,8	15,5	11,3	6,1	2,6
Ελευσίνα*	5,5	5,5					22,1	22,2				
Ζάκυνθος	6,3	6,2	7,3	9,0	12,5	15,9	18,6	19,2	16,7	14,1	10,8	7,8
Ηράκλειο	9,1	9,0	9,7	11,9	15,1	19,1	21,7	21,9	19,4	16,6	13,5	10,8
Θάσος*	2,6	2,4					18,6	18,8				
Θεσσαλονίκη	1,4	2,3	4,6	7,6	12,3	16,5	18,8	18,6	15,1	11,0	6,9	3,0
Θήρα*	8,6	8,5					21,6	21,7				
Ιεράπετρα	8,9	8,7	9,7	11,8	15,2	19,4	22,7	22,9	20,2	16,7	13,5	10,6
Ικαρία*	8,9	9,2					23,2	23,3				
Ιωάννινα	0,2	1,0	3,2	6,0	9,7	12,8	15,0	15,1	12,2	8,5	4,8	1,7
Καβάλα*	0,9	1,3					17,9	17,1				
Καλάβρυτα*	0,6	1,1					14,5	14,6				
Καλαμάτα	5,6	5,7	6,7	8,9	12,4	16,0	18,2	18,5	16,2	13,2	9,9	7,2
Καλαμπάκα*	1,7	2,7					19,9	19,8				
Καρδίτσα	0,0	1,7	4,9	7,9	11,4	16,1	18,4	17,2	14,3	9,5	5,1	0,3
Κάρπαθος*	9,9	10,4					23,6	23,9				
Καρπενήσι	0,4	-0,2	1,7	5,3	8,9	12,1	14,9	14,6	11,9	7,9	3,4	1,7
Κάρυστος	7,4	7,4	8,9	11,8	15,3	19,6	22,4	22,3	19,6	15,9	12,1	8,9
Καστοριά	-1,9	-1,3	1,1	4,6	8,7	12,0	14,4	14,3	10,8	7,4	2,9	-0,7
Κέρκυρα	5,2	5,7	6,9	9,4	13,1	16,6	18,6	19,1	16,7	13,6	10,0	6,8
Κοζάνη	-1,2	-0,5	1,8	5,2	9,5	13,2	15,7	15,7	12,5	8,1	3,9	0,4
Κομοτηνή	1,4	2,3	3,9	7,3	11,7	15,2	17,6	17,1	13,6	10,0	6,9	3,2
Κόνιτσα	0,6	1,6	3,7	6,2	10,2	13,9	16,0	15,9	13,1	9,4	5,3	2,1
Κόρινθος (Βέλο)	5,1	4,8	6,1	8,5	12,6	16,3	18,9	19,2	16,5	13,5	9,5	6,5
Κύθηρα	9,0	8,9	9,9	12,3	16,1	20,0	22,4	22,6	20,2	17,0	13,8	10,8
Κύμη*	5,4	5,8					21,0	21,2				
Κως	8,8	8,1	9,5	12,3	15,8	19,6	21,7	21,8	19,9	16,7	12,7	10,3
Λαμία	3,4	3,9	5,9	9,3	13,8	17,9	19,6	19,1	16,1	12,1	8,0	4,5

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Λάρισα	0,7	1,3	3,3	6,3	11,0	15,3	17,8	17,4	14,1	10,0	5,8	1,9
Λευκάδα	6,8	6,8	8,4	10,6	14,7	18,2	20,2	20,7	18,3	15,2	11,0	8,0
Λήμνος	4,2	4,4	6,0	8,8	12,9	17,0	20,0	20,3	16,5	12,7	9,0	5,9
Λιδωρίκι*	1,3	2,0					16,9	17,3				
Μεθώνη	7,8	7,8	8,9	11,2	14,7	18,3	20,6	21,3	18,9	15,4	12,3	9,5
Μήλος	8,6	8,6	9,5	12,2	15,9	19,8	21,9	21,8	19,6	16,3	13,1	10,3
Μυτιλήνη	6,7	7,0	8,0	11,2	15,2	19,3	21,6	21,4	18,5	14,8	11,4	8,7
Νάξος	9,5	9,4	10,2	12,5	15,6	19,5	21,8	22,0	19,9	16,9	13,6	11,0
Ναύπλιο*	5,3	5,5					20,6	21,0				
Ξάνθη	-0,3	0,1	2,5	6,8	12,0	15,7	18,5	18,0	13,9	9,0	4,8	1,1
Ορεστιάδα*	-0,6	0,3					17,2	16,8				
Παλαιοχώρα*	10,3	10,1					23,8	24,1				
Πάρος	8,2	8,0	9,1	11,2	13,9	17,5	20,1	19,9	17,8	15,0	11,9	9,2
Πάτρα	6,1	6,4	7,7	10,2	13,9	17,4	19,4	19,6	17,2	13,8	10,3	7,6
Πειραιάς*	7,7	7,8					23,6	23,8				
Πολύγυρος	3,2	2,7	6,0	7,7	12,1	15,8	16,9	17,9	16,1	11,6	7,9	4,7
Πτολεμαΐδα*	-2,7	-2,3					14,1	14,0				
Πύργος	4,9	5,1	6,3	8,7	12,3	15,1	17,1	17,5	15,3	12,3	9,3	6,5
Ρέθυμνο	9,5	9,4	10,4	12,5	15,6	19,3	21,7	21,8	19,5	16,6	13,7	11,2
Ρόδος	9,0	8,9	10,2	12,7	16,0	20,1	22,4	22,9	20,7	17,1	13,4	10,5
Σάμος	7,0	6,6	8,0	10,7	14,5	19,0	22,4	22,4	18,9	15,1	10,9	8,7
Σέρρες	-0,1	1,4	3,9	7,8	12,7	16,6	18,6	17,9	14,4	9,9	4,8	0,9
Σητεία	9,5	9,4	10,3	12,6	15,7	19,7	22,4	22,5	20,2	17,0	13,9	11,2
Σκόπελος*	5,5	5,8					19,4	19,4				
Σκύρος	7,4	7,5	8,6	11,4	15,0	19,3	21,5	21,5	18,8	15,5	12,0	9,1
Σούδα	7,8	7,7	8,7	11,3	14,8	18,7	20,9	20,9	18,5	15,5	12,2	9,5
Σουφλί*	-0,9	0,1					17,1	16,2				
Σπάρτη	3,6	4,2	5,8	7,7	11,9	16,2	19,1	18,2	15,8	12,4	8,3	5,3
Σύρος	8,5	8,4	9,3	12,2	15,5	19,4	21,3	21,0	19,1	16,1	12,4	9,5
Τανάγρα	3,3	3,4	4,6	7,3	11,4	15,8	18,3	18,3	15,2	11,6	8,0	5,1
Τρίκαλα (Ημαθίας)	0,7	1,4	4,3	8,3	12,9	16,3	18,0	17,6	14,1	10,1	5,5	1,5
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	1,5	2,6	5,2	8,5	13,3	17,2	18,9	18,3	15,2	11,2	6,4	2,8
Τρίπολη	0,9	1,2	2,5	4,9	8,2	11,9	14,3	14,5	11,6	8,3	4,9	2,8
Τυμπάκιο	7,5	7,4	8,3	10,6	14,1	17,7	20,4	20,5	18,0	14,9	11,8	9,2
Φάρσαλα*	1,9	2,5					19,4	18,8				
Φλώρινα	-3,5	-1,7	1,3	5,1	9,2	12,5	14,4	14,2	11,2	6,9	2,5	-1,6
Χαλκίδα	5,2	5,1	6,9	9,9	14,3	18,9	21,4	21,5	17,9	14,4	9,9	6,6
Χανιά	9,2	9,2	10,1	12,2	15,2	18,9	20,8	20,8	18,7	15,6	13,1	10,8
Χίος	6,1	6,3	7,3	9,7	13,5	17,5	20,9	20,7	17,4	13,7	9,9	7,5
Χρυσούπολη (Καβάλα)	1,6	1,9	4,3	8,7	13,1	16,9	19,1	18,7	15,0	10,6	6,5	3,8

(*) τιμές για ορισμένες περιοχές και μόνο για τέσσερις μήνες, όπως αναφέρονταν στην ΤΟΤΕΕ 2425/86[6] και για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμες πιο πρόσφατες μετρήσεις από την ΕΜΥ.

Πίνακας 3.5. *Μέση απολύτως μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία [°C].*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα * (Ανάβρυτα)	17,8	19,1					36,9	37,6				
Αθήνα * (Αστεροσκοπείο)	19,2	20,6					37,8	37,7				
Αθήνα (Ελληνικό)	18,4	19,0	20,8	24,2	29,8	33,9	36,4	36,0	32,7	28,3	23,2	19,7
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	17,9	19,6	22,1	25,9	32,4	36,9	38,9	38,0	34,5	29,6	23,4	19,5
Αγρίνιο	18,3	19,9	22,9	26,3	32,2	35,8	38,2	38,0	34,7	30,7	24,0	19,6
Αγχίαλος	18,5	20,0	21,6	25,7	30,8	35,6	37,5	36,6	33,0	28,3	23,1	19,9
Αίγιο*	17,7	19,2					37,5	37,3				
Αλεξανδρούπολη	15,3	16,3	19,1	22,9	28,1	32,6	34,8	34,6	31,3	26,6	20,7	17,1
Αλίαρτος	19,1	20,6	23,5	27,4	33,0	37,8	39,5	38,2	35,3	30,5	24,0	20,1
Ανδραβίδα	18,0	19,4	22,4	25,6	30,5	33,5	34,7	35,2	32,8	29,2	23,6	19,5
Αντίπαρος*	18,6	18,8					32,1	32,4				
Ανώγεια* (Κρήτης)	17,8	19,0					34,3	34,3				
Άραξος	17,9	19,5	21,5	24,7	30,2	34,0	36,1	35,9	32,5	28,8	23,7	19,7
Άργος (Πυργέλα)	20,7	21,4	23,6	28,0	33,0	36,9	39,2	38,1	35,6	31,1	25,3	21,5
Αργοστόλι	17,4	18,2	20,9	23,9	28,5	31,9	33,9	33,6	30,6	27,5	22,4	19,0
Άρτα	18,6	20,4	22,8	25,8	30,8	33,5	35,1	35,2	32,5	30,0	23,6	19,4
Αστυπάλαια*	19,0	18,7					34,2	34,4				
Βόλος*	17,8	19,6					36,5	36,4				
Δομοκός*	13,5	14,3					35,6	33,7				
Δράμα	13,9	17,4	21,6	25,9	31,4	35,3	36,8	35,7	33,0	28,7	20,5	14,3
Έδεσσα	15,5	17,4	21,3	23,9	28,3	33,7	34,0	32,7	30,7	27,2	21,1	15,7
Ελευσίνα*	19,0	19,4					38,2	38,3				
Ζάκυνθος	17,7	18,0	20,0	23,4	29,0	33,4	36,7	36,1	32,7	28,1	22,9	19,2
Ηράκλειο	20,3	21,9	24,3	29,1	32,2	35,2	34,5	33,5	32,1	30,4	26,0	22,0
Θάσος*	15,8	17,0					34,6	34,3				
Θεσσαλονίκη	16,1	17,8	20,9	24,9	30,6	34,9	36,5	35,6	32,4	27,4	21,6	17,5
Θήρα*	17,9	17,9					32,8	32,1				
Ιεράπετρα	19,5	19,8	21,6	25,0	30,9	35,6	37,5	36,4	33,5	29,3	24,8	21,5
Ικαρία*	19,9	19,8					35,6	35,8				
Ιωάννινα	14,5	16,6	20,7	24,2	29,0	33,3	36,1	35,8	31,9	27,4	20,4	15,3
Καβάλα*	15,4	16,5					32,9	33,9				
Καλάβρυτα*	14,3	16,5					33,7	34,5				
Καλαμάτα	19,2	20,1	22,5	25,1	30,4	34,9	37,0	36,5	33,2	29,1	24,7	21,0
Καλαμπάκα*	-	-					-	-				
Καρδίτσα	17,0	19,8	24,8	25,0	32,5	36,3	39,0	36,9	34,2	31,0	23,8	16,5
Κάρπαθος*	19,6	19,1					35,4	35,6				
Καρπενήσι	15,8	14,6	18,6	23,1	26,0	29,3	33,4	32,0	28,6	24,9	19,4	15,8
Κάρυστος	18,5	18,9	20,7	23,7	28,2	32,6	34,8	34,2	32,0	28,4	22,9	19,7
Καστοριά	14,7	16,0	20,5	23,2	28,4	33,1	35,9	34,6	31,3	26,8	20,1	15,4
Κέρκυρα	17,6	18,3	20,6	24,1	28,9	33,0	35,5	35,5	31,8	27,8	22,7	19,3
Κοζάνη	14,2	16,1	20,1	23,1	28,5	33,0	35,8	35,2	31,4	26,3	19,5	15,4
Κομοτηνή	15,1	17,0	19,6	22,9	28,4	33,0	34,7	34,4	31,4	26,6	20,9	17,3
Κόνιτσα	15,8	18,2	21,9	24,1	28,5	33,0	35,7	35,5	32,1	28,4	20,7	16,3
Κόρινθος (Βέλο)	18,4	20,3	22,2	25,6	31,3	35,1	37,3	36,4	33,1	29,8	23,7	21,2
Κύθηρα	16,8	17,4	19,1	22,7	28,6	32,9	34,6	33,8	30,4	26,2	22,0	18,5
Κύμη*	18,2	19,0					34,2	34,4				
Κως	17,2	17,5	19,1	23,9	29,4	33,3	35,4	34,5	31,7	28,4	22,7	18,7

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Λαμία	19,1	20,2	22,9	27,1	32,4	37,7	38,9	37,2	34,3	29,9	23,4	20,1
Λάρισα	17,3	19,5	22,5	26,0	33,0	37,8	39,6	38,3	34,7	29,5	22,6	18,2
Λευκάδα	17,6	18,6	21,1	23,7	28,4	31,3	33,1	33,1	30,4	27,9	22,3	19,4
Λήμνος	16,4	17,0	18,2	21,8	27,0	32,0	33,4	32,1	30,1	25,6	20,3	17,4
Λιδωρίκι*	15,9	18,0					36,9	36,8				
Μεθώνη	18,0	18,6	20,3	23,6	27,7	31,0	32,4	32,9	30,2	27,7	23,2	20,1
Μήλος	17,8	18,6	20,5	24,5	29,8	34,1	35,7	34,5	31,5	27,6	22,8	19,8
Μυτιλήνη	17,4	18,1	21,2	25,4	30,3	34,7	35,8	35,3	32,3	27,4	22,4	18,8
Νάξος	18,5	19,5	21,6	25,3	28,6	31,8	31,8	31,2	29,8	27,0	23,6	20,3
Ναύπλιο*	19,4	21,1					37,7	37,5				
Ξάνθη	15,9	17,4	19,6	24,1	29,3	33,6	35,6	34,7	32,0	28,0	20,8	15,6
Ορεστιάδα*	14,8	17,8					36,5	36,6				
Παλαιοχώρα*	19,5	19,8					38,0	37,3				
Πάρος	19,5	20,9	23,1	26,9	30,2	34,2	34,3	33,5	32,5	29,1	24,7	20,9
Πάτρα	19,0	20,1	23,0	25,1	30,1	33,5	35,2	35,8	32,7	29,6	24,6	20,8
Πειραιάς*	18,8	19,3					35,3	35,1				
Πολύγυρος	14,8	13,4	18,0	21,9	25,6	31,6	33,4	31,5	29,2	25,2	18,6	16,2
Πτολεμαΐδα*	14,6	16,8					35,0	35,6				
Πύργος	18,6	20,1	23,0	26,1	31,4	34,4	37,1	36,4	33,6	30,1	24,2	20,2
Ρέθυμνο	20,1	21,5	24,1	28,1	31,3	35,0	34,5	34,2	32,4	29,6	25,7	22,2
Ρόδος	18,6	18,8	21,3	25,3	30,3	33,5	34,9	34,8	32,3	29,4	24,4	20,3
Σάμος	17,7	17,8	20,2	24,9	30,8	35,6	37,9	36,6	33,6	29,0	22,8	19,1
Σέρρες	14,6	17,9	22,2	25,8	31,4	35,9	37,4	36,4	33,3	28,4	20,7	15,2
Σητεία	19,9	20,8	23,1	27,5	30,8	34,6	33,7	33,2	31,7	29,6	25,3	21,7
Σκόπελος*	17,8	19,8					34,7	33,8				
Σκύρος	18,0	18,6	20,6	24,2	28,8	32,6	33,5	32,5	30,2	27,0	22,8	19,5
Σούδα	20,1	21,7	24,4	28,1	32,3	36,2	37,3	36,4	33,9	30,4	25,9	22,0
Σουφλί*	15,5	17,4					35,6	35,3				
Σπάρτη	19,5	21,0	24,1	27,3	33,3	37,8	40,0	38,8	35,9	31,7	24,7	20,1
Σύρος	18,3	18,7	20,9	24,1	29,0	32,7	33,3	33,5	31,4	27,9	23,2	19,6
Τανάγρα	18,6	19,8	22,1	25,7	31,8	36,6	38,6	37,8	34,3	29,4	23,5	19,9
Τρίκαλα (Ημαθίας)	16,8	18,7	22,6	26,2	31,5	35,5	36,2	35,4	33,8	29,3	22,5	17,9
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	18,4	19,5	23,5	26,5	32,4	36,9	38,7	36,8	34,5	29,9	22,6	18,7
Τρίπολη	15,8	17,7	20,6	24,0	29,9	34,4	36,4	36,3	32,8	28,2	22,1	17,4
Τυμπάκιο	19,6	20,3	23,3	27,2	32,0	35,6	38,0	36,8	34,1	30,3	25,8	21,5
Φάρσαλα*	17,9	18,7					38,6	38,7				
Φλώρινα	13,6	16,0	21,0	24,0	28,8	32,6	35,1	34,3	31,5	26,8	20,3	15,2
Χαλκίδα	19,1	19,5	22,5	27,2	31,5	36,5	39,0	37,0	34,4	29,9	22,9	20,0
Χανιά	20,4	22,8	25,1	28,6	31,3	35,7	36,6	35,8	33,3	29,3	25,7	22,0
Χίος	17,9	18,1	19,7	23,8	29,0	33,5	34,6	33,8	31,0	27,2	21,7	18,9
Χρυσούπολη (Καβάλα)	16,1	16,5	18,0	22,8	28,0	31,8	33,9	33,7	30,6	26,3	20,7	16,2

(*) τιμές για ορισμένες περιοχές και μόνο για τέσσερις μήνες, όπως αναφέρονταν στην ΤΟΤΕΕ 2425/86[6] και για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμες πιο πρόσφατες μετρήσεις από την ΕΜΥ.

Πίνακας 3.6. *Μέση απολύτως ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία [°C].*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα * (Ανάβρυτα)	-2,5	-2,4					14,9	15,5				
Αθήνα * (Αστεροσκοπείο)	0,9	1,9					19,7	19,7				
Αθήνα (Ελληνικό)	0,6	1,5	2,7	6,7	11,3	15,8	19,2	19,2	15,3	10,4	6,0	2,9
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	-1,1	-0,3	0,7	4,4	9,0	13,6	16,7	16,5	12,6	7,9	3,6	1,1
Αγρίνιο	-3,4	-2,5	-0,6	3,1	7,1	11,4	14,0	14,4	10,5	5,6	0,8	-1,6
Αγχίαλος	-3,7	-2,5	-0,9	2,2	7,1	11,5	14,7	14,8	11,1	6,8	1,8	-1,4
Αίγιο*	1,0	1,4					17,7	17,8				
Αλεξανδρούπολη	-6,9	-6,2	-3,6	0,7	5,8	10,0	12,9	12,5	7,7	2,9	-1,9	-4,6
Αλίαρτος	-4,8	-3,4	-1,8	2,2	6,6	10,9	13,7	13,1	9,4	4,5	0,0	-2,5
Ανδραβίδα	-1,7	-0,9	0,7	4,4	8,0	11,8	14,3	14,9	11,3	6,6	2,7	0,4
Αντίπαρος*	4,0	5,2					19,9	20,7				
Ανώγεια* (Κρήτης)	-3,0	-2,0					15,3	15,8				
Άραξος	-0,5	0,3	1,7	4,6	7,9	12,3	14,9	15,9	12,3	8,4	4,1	1,4
Άργος (Πυργέλα)	-3,6	-3,5	-1,4	1,2	4,5	9,7	12,7	12,4	9,6	5,6	1,1	-1,9
Αργοστόλι	3,2	3,9	4,9	7,4	10,4	14,5	16,9	18,1	15,7	11,0	7,5	5,1
Άρτα	-4,2	-3,1	-0,4	2,5	6,7	10,8	13,7	13,6	10,2	5,5	0,6	-2,1
Αστυπάλαια*	2,0	2,9					13,5	12,6				
Βόλος*	-1,5	-0,7					18,1	17,9				
Δομοκός*	-3,4	-3,9					13,3	13,4				
Δράμα	-6,1	-4,7	-2,2	3,1	7,5	11,9	15,0	14,1	10,3	3,7	-1,3	-4,2
Έδεσσα	-5,5	-2,0	-0,3	4,8	8,1	12,2	16,1	14,3	10,7	5,1	0,0	-3,9
Ελευσίνα*	-0,8	-1,0					18,4	18,4				
Ζάκυνθος	0,5	0,5	1,7	4,1	7,4	11,5	14,2	15,3	12,6	9,0	4,9	1,8
Ηράκλειο	4,2	4,3	5,1	7,2	10,5	14,8	17,6	18,2	15,2	12,1	8,5	6,0
Θάσος*	-4,1	-4,0					14,4	15,1				
Θεσσαλονίκη	-6,0	-4,7	-1,5	1,9	6,7	11,6	14,3	14,2	9,5	3,8	-1,6	-3,9
Θήρα*	3,4	3,1					19,1	19,2				
Ιεράπετρα	4,1	4,1	5,1	7,8	10,7	14,8	18,1	18,9	15,9	12,6	8,9	5,8
Ικαρία*	3,1	3,3					18,9	19,3				
Ιωάννινα	-7,1	-5,6	-3,2	0,2	4,0	8,2	10,6	10,7	7,0	1,5	-3,1	-5,5
Καβάλα*	-6,7	-5,6					13,8	12,9				
Καλάβρυτα*	-6,3	-5,7					10,8	10,6				
Καλαμάτα	-0,5	0,3	1,6	4,4	8,0	11,6	14,6	15,2	12,1	8,4	4,0	1,2
Καλαμπάκα*	-	-					-	-				
Καρδίτσα	-4,1	-5,4	-1,3	4,0	5,4	10,4	14,5	12,8	11,2	2,3	-2,3	-7,3
Κάρπαθος*	5,7	5,3					20,9	21,6				
Καρπενήσι	-6,7	-6,2	-2,5	0,2	3,4	7,9	11,1	10,7	8,1	1,3	-1,8	-5,2
Κάρυστος	1,9	2,1	3,7	7,6	11,0	14,9	18,1	18,6	14,9	11,1	6,5	3,7
Καστοριά	-10,2	-8,1	-4,9	-0,8	2,8	7,0	10,1	9,3	5,6	0,3	-4,3	-8,2
Κέρκυρα	-1,6	-0,8	0,9	3,9	8,2	12,2	14,4	15,3	12,2	7,5	2,9	0,2
Κοζάνη	-8,6	-7,0	-4,7	-0,4	3,7	7,9	11,0	11,2	6,8	1,6	-3,2	-6,4
Κομοτηνή	-6,9	-4,7	-3,2	1,0	6,4	10,5	13,1	12,0	7,2	2,3	-1,6	-3,9
Κόνιτσα	-6,3	-4,8	-3,0	0,8	5,1	9,2	12,1	11,5	8,4	3,1	-1,7	-4,7
Κόρινθος (Βέλο)	0,0	-0,5	1,1	3,6	7,1	11,9	14,9	15,1	12,3	7,6	3,6	0,9
Κύθηρα	3,5	3,9	5,0	8,1	12,1	15,8	18,9	19,5	16,6	12,5	8,9	5,7
Κύμη*	0,7	0,0					16,5	17,3				
Κως	3,6	2,6	4,3	8,7	11,8	16,1	18,9	19,3	17,3	12,7	7,9	4,9

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Λαμία	-2,6	-1,7	-0,2	4,1	8,5	12,9	15,8	15,2	11,8	5,6	1,9	-1,2
Λάρισα	-6,7	-5,5	-3,3	0,2	4,9	10,0	13,3	12,9	8,5	3,4	-2,1	-5,0
Λευκάδα	0,3	1,1	2,9	5,8	10,5	14,2	16,0	16,7	14,2	9,9	4,7	2,3
Λήμνος	-2,0	-1,9	-0,7	2,2	6,1	11,3	15,0	14,9	10,6	5,9	1,6	-0,4
Λιδωρίκι*	-5,2	-4,4					12,3	12,7				
Μεθώνη	1,6	2,5	3,2	6,5	10,3	14,2	17,3	17,9	14,6	10,4	6,9	3,9
Μήλος	3,1	3,7	4,9	8,3	11,8	15,6	18,9	19,4	16,0	11,9	8,4	5,3
Μυτιλήνη	0,3	0,7	1,8	6,2	10,6	15,1	18,5	18,2	14,4	10,0	5,3	2,6
Νάξος	3,9	3,8	5,3	7,9	10,7	15,0	18,4	18,5	15,5	11,8	8,2	5,6
Ναύπλιο*	0,5	0,7					17,3	17,4				
Ξάνθη	-6,7	-6,1	-4,2	1,6	7,0	10,7	13,6	13,6	8,8	2,1	-1,9	-5,5
Ορεστιάδα*	-9,3	-8,3					12,4	11,5				
Παλαιοχώρα*	5,0	5,7					19,6	20,4				
Πάρος	2,3	3,0	3,5	5,8	8,2	12,9	15,7	16,0	13,2	9,6	5,7	3,2
Πάτρα	-0,4	0,5	2,0	5,7	9,4	13,5	16,0	16,3	13,0	8,4	4,0	1,5
Πειραιάς*	2,3	2,3					20,1	20,4				
Πολύγυρος	-2,8	-3,7	0,6	3,4	7,6	11,7	12,7	14,5	11,9	5,9	2,5	-2,4
Πτολεμαΐδα*	-11,5	-9,1					9,2	9,2				
Πύργος	-2,4	-1,8	-0,2	3,5	6,9	10,7	13,6	13,8	10,7	6,3	2,0	-0,4
Ρέθυμνο	5,0	5,4	6,3	8,6	11,8	15,4	18,7	18,9	16,0	12,4	9,5	6,8
Ρόδος	3,5	3,4	4,9	8,7	11,5	16,1	19,3	20,4	17,1	12,3	8,4	5,5
Σάμος	0,7	1,0	2,1	5,4	9,3	13,6	17,0	17,6	14,0	9,7	4,5	1,9
Σέρρες	-7,3	-5,1	-2,3	2,5	7,0	11,5	14,4	13,6	8,8	1,9	-2,7	-5,0
Σητεία	4,5	4,7	5,5	7,9	10,8	15,0	18,4	18,9	15,8	12,5	9,0	6,2
Σκόπελος*	-1,2	0,0					15,2	15,4				
Σκύρος	1,9	1,8	2,9	5,6	9,8	14,2	17,1	17,3	13,8	9,9	6,3	3,4
Σούδα	3,1	3,3	4,0	6,8	10,4	14,4	17,4	17,6	14,7	11,3	7,3	5,0
Σουφλί*	-9,4	-7,9					12,1	12,0				
Σπάρτη	-2,1	-0,9	0,6	3,7	7,4	11,8	15,5	14,7	11,7	7,5	3,6	-0,2
Σύρος	3,9	3,4	4,5	8,8	12,0	15,6	18,9	18,6	15,9	11,5	7,6	5,0
Τανάγρα	-3,6	-3,3	-1,7	1,5	5,9	10,4	13,8	13,8	10,1	5,7	1,7	-1,2
Τρίκαλα (Ημαθίας)	-6,6	-4,6	-1,3	2,8	7,6	11,6	13,4	12,7	9,0	3,2	-1,4	-4,8
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	-4,8	-3,3	-0,7	3,3	8,1	12,5	14,9	14,2	10,5	4,9	0,0	-3,6
Τρίπολη	-6,8	-5,7	-4,2	-0,6	2,7	7,0	10,1	10,1	6,1	1,8	-2,1	-4,6
Τυμπάκιο	2,4	2,5	3,4	6,0	9,5	13,3	16,3	16,7	13,8	10,5	6,7	4,0
Φάρσαλα*	-5,6	-3,8					14,8	14,1				
Φλώρινα	-12,6	-9,4	-5,6	-0,6	3,5	7,1	9,5	9,3	5,5	-0,1	-5,3	-10,2
Χαλκίδα	-0,2	-0,2	1,6	5,4	8,8	13,8	16,7	16,6	13,4	8,1	4,0	1,5
Χανιά	4,3	4,8	5,5	8,2	11,2	15,0	18,4	18,3	15,6	12,1	8,8	6,4
Χίος	-0,7	-0,6	0,4	4,1	7,3	12,0	15,4	15,1	10,9	7,2	3,1	0,5
Χρυσούπολη (Καβάλα)	-4,6	-5,0	-1,7	2,9	7,0	12,1	15,1	14,2	10,2	3,2	-1,3	-3,6

(*) τιμές για ορισμένες περιοχές και μόνο για τέσσερις μήνες, όπως αναφέρονταν στην ΤΟΤΕΕ 2425/86[6] και για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμες πιο πρόσφατες μετρήσεις από την ΕΜΥ.

Πίνακας 3.7. *Βαθμοημέρες θέρμανσης DD με θερμοκρασία αναφοράς 18^oC*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	239	207	177	60	-	-	-	-	-	-	78	186
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	288	244	211	78	-	-	-	-	-	-	126	239
Αγρίνιο	301	246	202	84	-	-	-	-	-	-	144	260
Αγχίαλος	353	288	248	111	-	-	-	-	-	31	177	307
Αλεξανδρούπολη	403	339	301	144	-	-	-	-	-	71	216	341
Αλίαρτος	338	274	229	84	-	-	-	-	-	34	180	291
Ανδραβίδα	267	227	192	96	-	-	-	-	-	-	117	220
Άραξος	242	210	180	84	-	-	-	-	-	-	99	198
Άργος (Πυργέλα)	307	269	229	99	-	-	-	-	-	6	153	264
Αργοστόλι	205	182	161	81	-	-	-	-	-	-	66	161
Άρτα	310	252	202	102	-	-	-	-	-	6	165	276
Δράμα	412	322	248	99	-	-	-	-	-	50	243	372
Έδεσσα	419	330	260	138	-	-	-	-	-	74	258	378
Ζάκυνθος	233	210	192	96	-	-	-	-	-	-	96	195
Ηράκλειο	183	162	140	45	-	-	-	-	-	-	39	133
Θεσσαλονίκη	394	314	254	111	-	-	-	-	-	53	207	344
Ιεράπετρα	158	143	118	30	-	-	-	-	-	-	15	109
Ιωάννινα	412	336	285	168	16	-	-	-	-	93	249	378
Καλαμάτα	242	207	177	84	-	-	-	-	-	-	96	198
Καρδίτσα	419	311	236	123	-	-	-	-	-	59	237	425
Καρπενήσι	440	417	391	222	102	-	-	-	-	174	336	409
Κάρυστος	236	216	174	69	-	-	-	-	-		93	195
Καστοριά	490	409	344	195	50	-	-	-	-	143	324	465
Κέρκυρα	257	216	186	90	-	-	-	-	-		111	214
Κοζάνη	487	400	344	192	37	-	-	-	-	140	300	437
Κομοτηνή	409	330	291	147	-	-	-	-	-	87	216	341
Κόνιτσα	397	322	264	174	25	-	-	-	-	81	246	360
Κόρινθος (Βέλο)	285	244	202	78	-	-	-	-	-	-	138	245
Κύθηρα	220	199	189	102	-	-	-	-	-	-	66	164
Κως	217	210	183	78	-	-	-	-	-	-	90	174
Λαμία	338	277	226	90	-	-	-	-	-	31	183	304
Λάρισα	397	314	264	120	-	-	-	-	-	53	213	357
Λευκάδα	242	207	164	84	-	-	-	-	-		102	202
Λήμνος	329	286	257	126	-	-	-	-	-	37	171	279
Μεθώνη	208	182	158	78	-	-	-	-	-	-	60	158
Μήλος	226	202	189	90	-	-	-	-	-	-	81	174
Μυτιλήνη	264	227	198	72	-	-	-	-	-	-	111	208
Νάξος	183	162	146	57	-	-	-	-	-	-	51	136
Ξάνθη	384	314	260	111	-	-	-	-	-	47	210	344
Πάρος	211	190	158	54	-	-	-	-	-	-	84	177
Πάτρα	248	207	171	72	-	-	-	-	-	-	105	205
Πολύγυρος	406	372	288	168	53	-	-	-	-	90	219	347
Πύργος	260	221	180	84	-	-	-	-	-	-	117	217
Ρέθυμνο	161	143	118	27	-	-	-	-	-	-	21	109
Ρόδος	186	162	133	42	-	-	-	-	-	-	39	140
Σάμος	236	218	180	57	-	-	-	-	-	-	99	186
Σέρρες	434	328	257	108	-	-	-	-	-	71	258	409
Σητεία	180	160	136	42	-	-	-	-	-	-	36	130
Σκύρος	251	218	202	90	-	-	-	-	-	-	102	198
Σούδα	220	196	167	66	-	-	-	-	-	-	72	167

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σπάρτη	264	221	177	72	-	-	-	-	-	-	120	226
Σύρος	192	174	152	48	-	-	-	-	-	-	63	161
Τανάγρα	326	274	242	105	-	-	-	-	-	25	156	267
Τρίκαλα (Ημαθίας)	412	333	260	108	-	-	-	-	-	68	249	388
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	391	311	229	90	-	-	-	-	-	50	234	360
Τρίπολη	400	342	313	189	31	-	-	-	-	105	237	350
Τυμπάκιο	195	174	143	48	-	-	-	-	-	-	48	149
Φλώρινα	543	428	350	192	37	-	-	-	-	167	330	490
Χαλκίδα	276	249	192	57	-	-	-	-	-	-	123	233
Χανιά	198	174	149	51	-	-	-	-	-	-	57	152
Χίος	260	232	198	87	-	-	-	-	-	-	132	214
Χρυσούπολη (Καβάλα)	388	330	288	129	-	-	-	-	-	74	228	353

Πίνακας 3.8. *Βαθμοώρες ψύξης CDH με θερμοκρασία αναφοράς 26°C*

Περιοχή/μήνας	**ΙΑΝ**	**ΦΕΒ**	**ΜΑΡ**	**ΑΠΡ**	**ΜΑΙ**	**ΙΟΥΝ**	**ΙΟΥΛ**	**ΑΥΓ**	**ΣΕΠ**	**ΟΚΤ**	**ΝΟΕ**	**ΔΕΚ**
Αθήνα (Ελληνικό)	-	-	-	-	-	794	1901	1853	292	-	-	-
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	-	-	-	-	13	1209	2162	1787	363	-	-	-
Αγρίνιο	-	-	-	-	16	909	1535	1488	248	-	-	-
Αγχίαλος	-	-	-	-	-	552	1281	1042	34	-	-	-
Αλεξανδρούπολη	-	-	-	-	-	152	917	808	-	-	-	-
Ανδραβίδα	-	-	-	-	-	324	799	1065	109	-	-	-
Άργος (Πυργέλα)	-	-	-	-	-	945	1813	1572	372	-	-	-
Αργοστόλι	-	-	-	-	-	59	626	873	-	-	-	-
Άρτα	-	-	-	-	-	675	1290	1297	137	-	-	-
Ηράκλειο	-	-	-	-	-	12	694	610	18	-	-	-
Θεσσαλονίκη	-	-	-	-	-	526	1211	1058	-	-	-	-
Ιωάννινα	-	-	-	-	-	219	800	675	-	-	-	-
Καλαμάτα	-	-	-	-	-	461	1146	1130	187	-	-	-
Καστοριά	-	-	-	-	-	55	505	369	-	-	-	-
Κέρκυρα	-	-	-	-	-	391	1122	1236	1	-	-	-
Κόρινθος (Βέλο)	-	-	-	-	-	844	1698	1560	236	-	-	-
Λαμία	-	-	-	-	-	921	1496	1181	181	-	-	-
Λάρισα	-	-	-	-	-	951	1563	1221	121	-	-	-
Νάξος	-	-	-	-	-	-	166	100	-	-	-	-
Πύργος	-	-	-	-	-	486	1246	1440	217	-	-	-
Ρόδος	-	-	-	-	-	158	870	1046	161	-	-	-
Σάμος	-	-	-	-	-	771	1867	1782	212	-	-	-
Σέρρες	-	-	-	-	-	688	1344	1158	59	-	-	-
Σητεία	-	-	-	-	-	-	408	350	-	-	-	-
Σκύρος	-	-	-	-	-	-	363	218	-	-	-	-
Σούδα	-	-	-	-	-	497	1276	1051	157	-	-	-
Τανάγρα	-	-	-	-	-	753	1557	1235	128	-	-	-
Τρίκαλα Ημαθ.	-	-	-	-	-	591	1027	830	9	-	-	-
Τυμπάκι	-	-	-	-	-	376	1476	1512	267	-	-	-
Χρυσούπολη	-	-	-	-	-	49	674	559	-	-	-	-

Πίνακας 3.9. *Μέση μηνιαία σχετική υγρασία [%]*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	68,8	67,6	65,8	62,5	58,6	52,2	46,8	46,7	53,5	62,0	68,8	70,1
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	74,4	71,9	68,6	61,6	53,9	45,8	43,0	45,2	53,9	66,0	74,1	76,0
Αγρίνιο	75,5	73,2	70,2	68,1	63,0	57,2	55,2	56,1	63,6	69,9	77,8	78,6
Αγχίαλος	74,9	73,1	72,6	68,4	63,5	53,3	50,7	53,0	60,1	68,9	75,0	76,3
Αλεξανδρούπολη	75,5	73,6	72,6	71,1	68,3	60,5	54,0	54,0	60,0	68,2	75,5	76,9
Αλίαρτος	74,6	71,7	67,9	60,3	56,1	47,6	47,6	50,4	56,2	67,8	74,3	76,0
Ανδραβίδα	78,0	76,6	75,5	74,4	70,2	64,4	62,9	64,0	67,7	72,1	78,4	79,4
Άραξος	73,6	72,7	72,1	71,8	68,7	62,7	59,2	59,6	65,3	69,3	75,9	76,4
Άργος (Πυργέλα)	75,2	73,5	72,2	68,1	60,8	54,1	52,5	56,7	65,3	72,2	76,6	76,6
Αργοστόλι	75,5	73,6	72,6	71,1	68,3	60,5	54,0	54,0	60,0	68,2	75,5	76,9
Άρτα	72,6	70,9	70,0	71,9	68,5	64,6	64,1	65,5	70,3	73,2	77,5	76,5
Δράμα	78,7	73,2	69,0	63,7	60,7	55,3	52,6	55,0	59,3	69,0	77,7	81,0
Έδεσσα	71,0	71,9	67,6	64,9	62,1	55,4	51,5	54,0	60,6	68,5	72,1	71,5
Ζάκυνθος	81,1	79,1	79,8	78,9	70,5	61,8	58,8	62,4	70,5	76,3	81,8	81,1
Ηράκλειο	68,0	66,0	65,7	61,8	60,6	56,1	56,5	58,3	61,2	65,4	67,3	67,9
Θεσσαλονίκη	76,0	72,6	71,6	67,5	63,6	55,4	52,8	55,1	61,9	70,1	76,4	77,8
Ιεράπετρα	74,0	73,7	72,2	68,4	64,1	56,8	49,4	52,5	59,6	69,1	73,3	74,3
Ιωάννινα	77,2	73,9	69,4	68,1	65,8	58,8	52,1	54,1	63,9	71,1	80,0	81,8
Καλαμάτα	72,9	72,1	71,3	70,4	66,5	58,6	57,9	61,4	65,4	69,4	75,1	75,3
Καρδίτσα	78,0	73,3	68,2	65,3	60,4	57,0	51,4	54,2	54,5	66,3	73,3	76,4
Καρπενήσι	68,0	70,5	73,9	60,6	61,8	55,6	52,2	53,8	59,1	66,2	73,8	73,5
Κάρυστος	71,1	70,2	70,8	68,0	67,1	62,6	56,0	57,6	61,4	68,1	73,4	72,7
Καστοριά	78,6	73,4	66,6	62,4	63,5	53,1	49,3	52,4	59,3	69,3	77,4	80,3
Κέρκυρα	75,9	74,3	73,2	72,7	69,5	63,4	59,8	62,1	70,4	74,8	77,6	77,4
Κοζάνη	74,2	70,1	67,5	63,0	62,0	54,8	49,8	50,4	57,0	66,7	74,7	75,7
Κομοτηνή	72,5	71,7	70,2	69,8	67,1	58,3	52,4	51,3	58,9	67,9	75,1	75,6
Κόνιτσα	69,7	66,4	62,3	63,0	62,9	57,3	51,5	51,9	58,2	65,7	74,2	74,5
Κόρινθος (Βέλο)	74,4	71,0	70,4	66,2	59,8	53,0	52,0	54,5	61,9	68,5	75,1	75,6
Κύθηρα	72,2	72,7	71,8	68,5	63,5	57,2	54,6	56,6	62,9	68,5	72,5	73,1
Κως	71,3	71,2	72,4	69,9	67,1	60,8	58,8	63,6	64,5	68,4	71,5	73,9
Λαμία	76,6	74,4	70,8	64,6	59,1	49,7	50,1	54,5	60,1	70,5	75,8	77,1
Λάρισα	79,8	75,0	72,6	68,1	61,3	48,8	46,3	49,9	58,7	69,8	79,2	82,0
Λευκάδα	71,9	70,6	68,0	69,0	70,8	69,3	69,4	74,4	73,7	72,2	73,4	73,5
Λήμνος	76,9	74,8	75,3	73,9	68,6	59,7	56,7	61,1	66,3	73,2	78,0	78,5
Μεθώνη	73,4	72,4	73,1	72,0	73,7	72,6	72,8	71,5	69,6	70,2	74,4	74,5
Μήλος	73,3	72,1	71,5	66,9	62,6	57,5	58,3	61,9	65,8	70,7	73,7	73,7
Μυτιλήνη	71,8	70,2	67,5	64,3	62,9	58,0	56,4	57,8	60,1	66,5	71,1	72,5
Νάξος	73,6	72,1	72,5	70,8	71,4	68,6	69,0	70,6	71,3	73,6	74,3	74,5
Ξάνθη	73,2	73,7	73,4	73,5	70,1	65,6	61,6	62,7	66,4	70,7	75,3	74,3
Πάρος	73,2	71,4	71,7	67,1	66,2	63,5	64,5	67,0	68,3	72,4	73,6	75,3
Πάτρα	69,1	67,4	67,1	66,4	64,5	61,9	59,8	59,3	63,0	66,9	70,9	71,2
Πολύγυρος	72,4	74,7	70,9	64,5	66,2	62,0	59,7	62,8	63,8	70,1	71,8	69,8
Πύργος	73,6	72,2	71,2	70,5	67,9	62,4	59,5	62,1	67,1	71,0	75,2	75,5
Ρέθυμνο	69,1	67,1	66,0	63,1	63,4	60,0	60,6	61,5	63,4	67,0	68,0	68,2
Ρόδος	70,5	69,5	69,3	67,2	65,3	59,0	58,3	60,6	61,9	67,8	71,6	72,6
Σάμος	69,6	67,7	66,9	64,3	58,3	49,4	43,4	45,4	51,6	61,5	68,4	72,2
Σέρρες	78,0	72,0	67,7	63,4	60,7	54,2	51,9	54,9	60,4	70,1	77,1	80,7
Σητεία	71,4	70,1	68,7	63,9	62,6	59,6	60,9	63,2	65,6	69,1	70,8	71,6
Σκύρος	76,2	74,2	74,2	71,5	70,4	66,0	66,2	68,1	70,6	74,3	76,5	76,9
Σούδα	73,3	71,1	70,0	64,7	58,3	50,4	50,1	54,2	61,2	68,4	72,0	73,0

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σπάρτη	70,1	68,6	65,6	59,8	54,9	46,9	45,3	50,7	55,7	63,7	70,9	72,8
Σύρος	76,4	76,1	76,1	73,1	67,4	62,0	60,3	61,2	65,4	72,9	77,4	77,1
Τανάγρα	76,9	73,9	71,9	65,7	58,3	48,3	46,9	49,2	57,9	68,3	75,5	77,5
Τρίκαλα (Ημαθίας)	75,5	72,7	66,8	59,3	55,6	46,9	47,6	51,8	55,6	68,1	77,1	78,1
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	76,7	72,4	71,5	67,5	63,7	56,7	56,9	62,9	67,1	73,3	77,3	78,4
Τρίπολη	76,3	73,8	69,3	63,1	57,7	48,0	44,9	46,4	55,5	67,1	75,6	77,8
Τυμπάκιο	72,2	71,1	69,8	67,7	64,0	57,0	50,8	51,9	58,7	65,0	70,1	72,7
Φλώρινα	82,1	78,1	70,9	64,0	63,4	59,8	57,4	58,3	63,9	72,1	78,7	81,8
Χαλκίδα	73,4	71,8	69,8	63,5	60,2	54,6	53,1	55,0	58,2	67,5	74,7	75,3
Χανιά	71,7	69,3	68,4	65,4	62,2	55,8	55,3	57,7	63,9	70,4	72,2	72,1
Χίος	73,1	72,6	71,7	69,7	67,9	62,0	57,7	59,4	63,7	71,1	74,7	73,9
Χρυσούπολη (Καβάλα)	74,4	72,4	72,3	72,0	67,3	62,8	57,5	59,0	65,0	69,7	75,3	75,0

Πίνακας 3.10. *Μέση μηνιαία ειδική υγρασία [gr/kg]*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	5,3	5,3	5,8	7,0	8,8	10,4	11,0	10,9	10,0	8,7	7,4	6,1
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	5,7	5,7	6,0	6,9	8,1	9,2	10,1	10,5	10,1	9,3	8,0	6,6
Αγρίνιο	5,1	5,2	5,9	7,2	9,3	11,0	12,3	12,3	11,0	8,9	7,3	5,8
Αγχίαλος	4,5	4,7	5,5	6,9	8,9	10,2	11,1	11,2	9,9	8,2	6,5	5,1
Αλεξανδρούπολη	4,1	4,2	4,9	6,6	8,9	10,6	11,1	10,9	9,3	7,5	6,0	4,7
Αλίαρτος	4,6	4,8	5,3	6,4	8,4	9,7	10,6	10,6	9,5	8,0	6,4	5,2
Ανδραβίδα	5,7	5,8	6,4	7,7	9,8	11,6	13,0	13,3	11,7	9,3	7,8	6,4
Άραξος	5,6	5,7	6,3	7,6	9,8	11,6	12,7	13,0	11,6	9,4	7,8	6,4
Άργος (Πυργέλα)	5,0	5,0	5,7	7,0	8,8	10,5	11,7	12,1	11,0	9,1	7,0	5,6
Αργοστόλι	6,3	6,1	6,6	7,6	9,5	10,8	11,0	11,3	10,6	9,7	8,4	7,0
Άρτα	4,8	5,0	5,8	7,4	9,6	11,6	13,1	13,3	11,5	9,2	6,9	5,4
Δράμα	4,1	4,4	5,2	6,6	8,9	10,6	11,4	11,3	9,8	7,9	5,8	4,7
Έδεσσα	3,7	4,2	5,0	6,1	8,2	10,1	10,2	10,2	9,1	7,5	5,2	4,1
Ζάκυνθος	6,3	6,2	6,8	8,2	10,0	11,6	13,1	13,8	12,7	10,4	8,5	6,9
Ηράκλειο	5,9	5,8	6,3	7,1	8,9	10,6	11,9	12,2	11,0	9,5	7,9	6,6
Θεσσαλονίκη	4,2	4,4	5,3	6,8	9,0	10,5	11,5	11,6	10,0	8,0	6,2	4,8
Ιεράπετρα	6,8	6,8	7,2	8,2	9,8	11,4	11,4	12,0	11,6	10,6	9,0	7,6
Ιωάννινα	4,1	4,3	4,8	6,0	8,1	9,6	10,1	10,3	9,3	7,5	5,9	4,6
Καλαμάτα	5,6	5,7	6,3	7,5	9,5	10,9	12,4	13,0	11,5	9,4	7,8	6,3
Καρδίτσα	4,0	4,5	5,3	6,4	7,7	10,6	10,8	11,0	8,9	7,5	5,6	3,9
Καρπενήσι	3,4	3,3	4,1	4,8	6,4	7,5	8,3	8,2	7,3	5,9	4,5	3,9
Κάρυστος	5,5	5,4	6,3	7,5	9,4	11,7	12,2	12,2	11,0	9,5	7,7	6,2
Καστοριά	3,5	3,5	4,1	5,2	7,3	8,3	9,1	9,2	8,0	6,6	4,8	3,7
Κέρκυρα	5,6	5,7	6,3	7,6	9,9	11,7	12,8	13,3	12,0	9,8	7,8	6,3
Κοζάνη	3,3	3,4	4,1	5,3	7,3	8,7	9,2	9,0	7,9	6,4	4,9	3,8
Κομοτηνή	3,8	4,2	4,8	6,5	8,7	10,1	10,5	10,0	8,8	7,2	6,0	4,7
Κόνιτσα	3,8	4,0	4,6	5,5	7,6	9,2	9,7	9,5	8,5	7,1	5,5	4,4
Κόρινθος (Βέλο)	5,2	5,1	5,9	7,1	9,0	10,9	12,3	12,6	11,0	9,0	7,1	5,8
Κύθηρα	5,8	5,8	6,2	7,0	8,5	10,0	11,1	11,5	10,8	9,3	8,0	6,6
Κως	5,8	5,6	6,3	7,5	9,4	11,1	12,1	12,7	11,3	9,5	7,5	6,6
Λαμία	4,8	4,9	5,6	6,8	8,6	9,9	11,0	11,3	10,1	8,4	6,5	5,2
Λάρισα	4,3	4,6	5,3	6,7	8,7	9,6	10,4	10,5	9,5	8,0	6,4	4,9
Λευκάδα	5,5	5,6	6,1	7,3	9,8	12,1	13,9	15,0	12,8	10,0	7,5	6,1
Λήμνος	4,9	4,9	5,6	7,2	9,0	10,7	11,7	12,0	10,5	8,6	6,9	5,5
Μεθώνη	6,1	6,0	6,7	7,8	10,0	12,3	14,1	14,6	12,5	10,0	8,3	6,8
Μήλος	5,8	5,7	6,1	7,0	8,7	10,3	11,5	12,0	10,9	9,5	7,9	6,5
Μυτιλήνη	5,2	5,3	5,7	7,0	9,2	11,1	12,1	12,1	10,3	8,7	7,1	6,0
Νάξος	6,4	6,3	6,8	8,0	10,0	12,1	13,4	13,6	12,2	10,4	8,5	7,1
Ξάνθη	4,1	4,5	5,4	7,4	10,0	12,2	13,2	13,0	11,1	8,2	6,1	4,5
Πάρος	6,0	5,8	6,6	7,6	9,4	11,7	13,0	13,1	11,7	9,9	7,8	6,6
Πάτρα	5,2	5,3	6,0	7,2	9,4	11,5	12,7	12,8	11,3	9,1	7,2	5,9
Πολύγυρος	3,9	3,9	4,9	5,7	7,6	10,4	11,0	11,6	10,0	7,4	5,7	4,2
Πύργος	5,4	5,5	6,2	7,5	9,6	11,4	12,6	13,1	11,6	9,4	7,5	6,1
Ρέθυμνο	6,3	6,1	6,6	7,6	9,5	11,7	13,3	13,4	11,8	10,0	8,3	6,9
Ρόδος	6,1	6,1	6,7	7,8	9,8	11,4	12,8	13,4	11,9	10,3	8,4	6,9
Σάμος	5,4	5,2	5,9	7,2	8,8	10,1	10,5	10,7	9,7	8,6	7,0	6,2
Σέρρες	3,9	4,2	5,0	6,4	8,6	10,2	11,1	11,1	9,7	7,7	5,6	4,3
Σητεία	6,2	6,2	6,6	7,4	9,2	11,1	12,6	12,9	11,8	10,1	8,3	7,0
Σκύρος	5,7	5,7	6,2	7,5	9,7	11,9	13,3	13,4	11,7	9,6	7,8	6,5
Σούδα	5,9	5,7	6,3	7,2	8,4	9,6	10,8	11,3	10,7	9,4	7,9	6,6

Περιοχή/μήνας	**ΙΑΝ**	**ΦΕΒ**	**ΜΑΡ**	**ΑΠΡ**	**ΜΑΙ**	**ΙΟΥΝ**	**ΙΟΥΛ**	**ΑΥΓ**	**ΣΕΠ**	**ΟΚΤ**	**ΝΟΕ**	**ΔΕΚ**
Σπάρτη	5,1	5,2	5,8	6,5	8,4	9,7	10,7	11,4	10,4	8,8	7,0	5,8
Σύρος	6,5	6,5	7,1	8,4	9,9	12,1	13,0	13,1	12,1	10,6	8,6	7,0
Τανάγρα	4,9	4,9	5,5	6,7	8,4	9,6	10,6	10,6	9,7	8,3	6,9	5,6
Τρίκαλα (Ημαθίας)	4,2	4,5	5,3	6,2	8,3	9,5	10,7	10,8	9,4	7,8	5,9	4,6
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	4,0	4,2	5,3	6,8	9,0	10,6	11,7	12,3	10,4	8,1	5,7	4,4
Τρίπολη	4,1	4,2	4,5	5,3	6,9	7,8	8,5	8,6	8,0	6,9	5,8	4,7
Τυμπάκιο	6,1	6,1	6,6	7,8	9,6	11,1	11,7	11,8	11,1	9,5	8,1	6,8
Φλώρινα	3,2	3,6	4,3	5,4	7,5	9,2	10,0	9,8	8,3	6,5	4,9	3,6
Χαλκίδα	5,2	5,1	5,9	7,2	9,1	11,2	12,2	12,5	11,0	9,5	7,3	5,9
Χανιά	6,0	5,9	6,4	7,5	9,0	10,6	11,8	12,0	11,3	9,8	8,1	6,7
Χίος	5,4	5,4	6,0	7,4	9,5	11,5	12,3	12,2	10,8	9,1	7,2	6,0
Χρυσούπολη (Καβάλα)	4,1	4,2	5,0	7,0	8,9	11,1	11,9	11,7	10,0	7,6	5,8	4,5

Πίνακας 3.11. *Μέση ταχύτητα του ανέμου [m/s]*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	3,9	4,0	3,8	3,3	3,1	3,3	3,9	4,0	3,6	3,7	3,4	3,8
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	2,9	3,1	3,1	2,7	2,6	2,8	3,4	3,4	3,0	2,9	2,4	2,5
Αγρίνιο	1,9	2,3	2,4	2,2	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7
Αγχίαλος	2,8	2,9	2,7	2,5	2,4	2,8	2,8	2,8	2,6	2,5	2,3	2,7
Αλεξανδρούπολη	4,3	4,4	4,3	3,2	2,8	2,8	3,5	3,5	3,4	3,9	3,5	4,1
Αλίαρτος	2,2	2,5	2,5	2,5	2,3	2,4	2,5	2,3	2,2	2,0	1,7	2,0
Ανδραβίδα	2,5	2,8	2,7	2,5	2,3	2,3	2,2	2,3	2,1	2,1	2,4	2,5
Άραξος	3,2	3,3	3,4	2,7	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	2,8	2,7	2,8
Άργος (Πυργέλα)	2,0	2,3	2,5	2,5	2,7	2,7	2,9	2,7	2,1	1,9	1,6	1,8
Αργοστόλι	3,5	3,8	3,7	3,3	3,2	3,2	3,2	3,0	2,9	3,1	3,2	3,4
Άρτα	1,4	1,6	1,9	1,8	2,0	2,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,1	1,3
Δράμα	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6
Έδεσσα	2,0	1,6	1,6	1,8	1,6	1,7	1,7	1,5	1,4	1,5	1,7	2,0
Ζάκυνθος	2,8	3,2	2,8	2,5	2,2	2,4	2,4	2,4	2,0	2,4	2,8	2,8
Ηράκλειο	4,8	5,1	4,7	4,1	3,2	3,5	4,6	4,6	4,0	3,8	4,2	4,8
Θεσσαλονίκη	3,0	3,0	2,8	2,8	2,6	3,1	3,3	2,9	2,8	2,5	2,6	2,8
Ιεράπετρα	4,7	4,9	4,6	4,0	3,7	4,4	6,4	6,0	5,1	4,4	3,9	4,6
Ιωάννινα	1,6	1,9	2,1	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,5	1,0	1,2
Καλαμάτα	2,9	2,9	2,7	2,5	2,5	2,9	2,9	2,9	2,6	2,5	2,4	2,8
Καρδίτσα	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	2,9	2,7	2,7	2,6	2,5	2,4
Καρπενήσι	4,5	4,6	4,9	4,3	3,8	6,2	4,0	4,4	3,4	3,7	3,8	4,0
Κάρυστος	6,8	7,0	6,0	5,1	4,9	4,8	5,9	6,0	5,5	5,8	6,3	6,5
Καστοριά	1,3	1,5	1,9	2,0	1,5	1,7	1,8	1,5	1,3	1,2	1,2	1,2
Κέρκυρα	2,5	2,8	2,6	2,2	1,8	1,9	1,8	1,8	1,7	2,1	2,6	2,7
Κοζάνη	2,4	2,3	2,0	2,0	1,8	2,1	2,2	2,0	1,7	1,7	1,6	2,1
Κομοτηνή	3,2	3,2	3,3	2,8	2,6	2,7	3,2	3,4	3,2	3,2	2,5	2,8
Κόνιτσα	1,6	1,8	1,7	1,6	1,3	1,4	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
Κόρινθος (Βέλο)	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,9	2,7	2,5	2,5	2,7	2,4	2,4
Κύθηρα	7,1	6,8	6,8	5,7	5,0	4,4	4,4	4,5	5,0	6,3	5,8	6,8
Κως	5,1	5,8	5,0	4,7	4,5	4,9	6,0	5,6	5,0	4,5	4,9	5,2
Λαμία	2,7	2,8	3,0	3,2	3,2	3,4	3,2	3,0	2,7	2,5	2,4	2,6
Λάρισα	1,2	1,5	1,7	1,6	1,6	2,0	2,1	1,9	1,7	1,4	1,0	0,9
Λευκάδα	2,8	3,1	3,3	3,4	3,4	3,8	3,5	3,3	3,2	2,8	2,7	2,8
Λήμνος	5,8	6,3	5,7	4,2	3,9	3,7	4,4	4,8	4,4	5,3	5,3	5,7
Μεθώνη	5,5	5,7	5,5	5,3	4,8	5,0	5,1	4,9	4,6	4,5	5,1	5,5
Μήλος	7,9	8,0	7,1	5,7	4,4	4,1	5,7	5,9	5,9	6,3	6,3	7,4
Μυτιλήνη	5,5	5,8	5,1	4,3	3,5	3,8	4,9	4,7	4,4	4,3	4,7	5,6
Νάξος	7,9	8,1	7,6	5,9	4,9	5,0	6,6	6,9	7,0	7,4	6,7	7,5
Ξάνθη	1,4	1,3	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	1,4	1,3	1,4
Πάρος	7,5	7,5	6,5	5,4	4,5	4,0	5,2	4,9	4,9	5,5	6,3	6,8
Πάτρα	2,5	2,6	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,3	2,4
Πολύγυρος	2,6	2,6	2,5	2,3	1,7	1,5	1,6	1,6	1,3	2,1	2,6	2,9
Πύργος	2,4	2,7	2,7	2,7	2,5	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1	2,3	2,3
Ρέθυμνο	4,6	5,0	4,6	3,9	3,1	3,0	3,5	3,2	3,4	3,7	4,2	4,6
Ρόδος	3,9	4,4	4,4	4,5	4,3	5,2	6,0	5,8	4,9	3,4	3,1	3,8
Σάμος	6,0	6,2	5,5	4,3	4,2	4,7	7,0	6,6	5,7	5,1	5,5	6,0
Σέρρες	1,0	1,4	1,6	1,9	1,9	2,2	2,0	1,7	1,6	1,1	1,0	0,8
Σητεία	4,1	4,5	4,3	3,8	3,3	3,9	5,3	5,1	4,1	3,5	3,6	4,0
Σκύρος	6,8	6,9	6,2	4,9	4,0	4,2	4,8	5,1	5,1	6,0	5,6	6,4
Σούδα	4,1	4,3	4,2	4,0	3,6	3,8	3,5	3,2	3,1	3,2	3,2	3,9

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σπάρτη	1,7	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,0	2,0	1,7	1,5	1,6	1,5
Σύρος	8,1	8,1	7,6	5,8	5,4	4,9	7,0	7,2	6,5	7,5	7,2	7,8
Τανάγρα	3,2	3,3	3,0	2,8	2,7	2,9	3,3	3,3	2,9	2,9	2,6	3,1
Τρίκαλα (Ημαθίας)	1,6	1,7	2,1	2,5	2,4	2,5	2,0	1,8	1,7	1,4	1,3	1,5
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	1,4	1,6	1,8	2,3	2,4	2,2	1,7	1,6	1,7	1,3	1,1	1,2
Τρίπολη	2,6	2,9	2,9	2,7	2,3	2,6	2,7	2,7	2,3	2,2	2,0	2,3
Τυμπάκιο	4,0	4,1	4,2	3,7	3,4	4,0	5,5	5,3	4,4	3,6	3,1	3,6
Φλώρινα	1,3	1,7	2,1	2,4	2,5	2,5	2,4	2,2	1,8	1,7	1,6	1,3
Χαλκίδα	3,3	3,4	3,0	2,6	2,3	2,3	2,5	2,7	2,1	2,5	3,0	3,3
Χανιά	3,1	3,1	3,1	2,8	2,5	2,6	2,2	2,0	2,2	2,1	2,3	2,9
Χίος	5,2	5,9	4,8	3,4	3,1	3,5	5,2	5,2	4,4	4,3	4,5	4,8
Χρυσούπολη (Καβάλα)	2,4	2,7	2,8	2,6	2,6	2,2	1,9	2,0	1,9	2,1	2,1	2,3

4. ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η ολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω σε μια οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια, έχει δυο συνιστώσες: την άμεση και την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.

Άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι αυτή η οποία φτάνει απ' ευθείας από τον ηλιακό δίσκο στην επιφάνεια του εδάφους χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση (αλλαγή κατεύθυνσης) κατά τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από την απόσταση Ήλιου-Γης, την ηλιακή απόκλιση (δ), το ηλιακό ύψος (α), το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (φ), το υψόμετρο του τόπου (h), την κλίση της επιφάνειας επί της οποίας προσπίπτει (β), καθώς και από την απορρόφηση και διάχυση την οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα.

Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία είναι το ποσό της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους μετά την ανάκλαση ή σκέδαση μέσα στην ατμόσφαιρα, αλλά και μετά από ανάκλαση πάνω στην επιφάνεια της Γης. Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από το ηλιακό ύψος(α), το υψόμετρο του τόπου, τη λευκαύγεια του εδάφους, το ποσό και το είδος των νεφών, καθώς και από την παρουσία διαφόρων κέντρων σκεδάσεως (αερολυμάτων, υδροσταγόνων κ.α.) που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύει η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στην ατμόσφαιρα, τόσο μικρότερο είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης. Για τον λόγο αυτό η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πολύ μεγαλύτερη κατά την θερινή περίοδο σε σχέση με τη χειμερινή. Τέλος, όσο πιο κάθετα προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία πάνω σε μια επιφάνεια στην Γη τόσο μεγαλύτερη είναι η έντασή της.

Η Ελλάδα παρουσιάζει ένα ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1,400-1,800 (kWh/(m^2.yr)) ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι μια μορφή ενέργειας με σχεδόν σταθερή και προβλέψιμη ένταση (W/m^2) στην διάρκεια του χρόνου και της ημέρας. Η ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει την μέγιστη ένταση της κατά την διάρκεια του μεσημεριού (μέγιστο ηλιακό ύψος), τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Η ηλιακή ενέργεια είναι μεγαλύτερη κατά τη θερινή περίοδο, λόγω την θέσης του ήλιου, αλλά και λόγω της αύξησης των ωρών ηλιοφάνειας (μείωση των νεφώσεων).

Για τον υπολογισμό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε οποιαδήποτε κεκλιμένη ή/και περιστρεφόμενη επιφάνεια, είναι απαραίτητη η γνώση της ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο. Στην Ελλάδα η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) καταγράφει εδώ και πολλά χρόνια τις ώρες ηλιοφάνειας ανά ημέρα (hr/day), αλλά και σε κάποιες περιπτώσεις την ολική ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m^2) για διάφορες περιοχές της χώρας μας.

Οι θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών επιλέγονται ώστε οι μετρήσεις να είναι αξιόπιστες και να μην επηρεάζονται από φυσικά εμπόδια ή τοπικά φαινόμενα που να αλλοιώνουν το αποτέλεσμα. Στον Πίνακα 4.1 δίνονται μέσες τιμές για την μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για διάφορες περιοχές της Ελλάδος. Οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν από την επεξεργασία μετρήσεων της μέσης μηνιαίας ηλιοφάνειας (hr/mo) με χρονική διάρκεια πάνω από 30 έτη για τις περισσότερες περιοχές, οι οποίες παραχωρήθηκαν από την ΕΜΥ. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν εμπειρικές σχέσεις[8,9,10] όπως ισχύουν για τις ελληνικές περιοχές, καθώς και παλαιότερα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας τα οποία έχουν δημοσιευτεί σε επιστημονικές εργασίες και συνέδρια[11,12,13,14].

Για όποιες περιοχές δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από την πλησιέστερη περιοχή στην οποία παρατηρείται παρόμοια μορφολογία εδάφους (ορεινοί όγκοι, κ.α.) και παρόμοιος προσανατολισμός.

Πίνακας 4.1. *Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m^2.mo)].*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	63,0	79,0	117,7	154,3	195,4	214,0	222,4	202,7	152,6	109,0	70,7	55,7
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	63,3	77,7	118,9	152,7	190,4	207,4	214,5	198,6	156,0	111,1	68,1	54,4
Αγρίνιο	63,5	78,3	119,4	148,4	189,9	214,1	224,2	200,3	151,3	109,8	69,8	55,1
Αγχίαλος	61,3	74,3	112,5	149,2	189,7	212,7	217,4	195,1	146,8	98,8	63,1	51,5
Αλεξανδρούπολη	50,7	68,9	107,3	141,8	182,8	205,8	211,6	192,3	144,2	99,4	57,8	43,7
Αλίαρτος	51,0	70,0	114,0	158,0	206,0	216,0	220,0	204,0	153,0	102,0	66,0	49,0
Ανδραβίδα	68,4	83,4	128,4	159,5	200,2	220,6	228,4	205,5	156,1	115,6	75,2	60,1
Άραξος	62,6	78,6	119,7	155,6	196,1	210,9	217,8	197,6	152,4	110,2	69,4	54,6
Άργος (Πυργέλα)	68,7	83,6	127,7	159,5	202,5	220,6	229,0	206,4	157,2	115,5	74,8	59,2
Αργοστόλι	65,0	80,0	124,9	157,3	204,3	219,4	226,1	203,1	155,6	112,6	72,6	56,1
Ζάκυνθος	64,2	77,6	110,1	158,8	190,8	200,1	218,5	203,8	154,0	104,3	65,4	52,8
Άρτα	65,5	79,7	120,4	149,1	190,2	211,2	218,1	196,4	150,6	110,0	69,5	56,2
Ηράκλειο	65,6	81,6	125,0	166,5	207,3	222,4	227,1	207,0	163,0	117,3	78,6	61,2
Θεσσαλονίκη	52,6	67,5	103,2	140,7	179,1	198,6	209,5	184,7	136,7	91,4	56,6	45,5
Ιεράπετρα	73,0	89,0	137,0	174,0	210,0	220,0	224,0	205,0	165,0	125,0	89,0	69,0
Ιωάννινα	51,8	66,4	105,2	134,9	178,3	202,1	212,0	190,3	136,5	96,1	57,6	45,1
Καλαμάτα	68,2	82,3	126,1	156,2	198,7	216,0	222,0	200,9	154,9	114,5	75,2	59,3
Καστοριά	57,6	71,3	111,2	141,1	173,6	201,8	206,3	185,5	138,5	97,0	60,0	47,7
Κέρκυρα	57,7	73,5	116,7	149,9	195,4	213,6	221,0	197,8	148,2	103,1	64,4	50,7
Κομοτηνή	50,0	65,0	105,0	145,0	188,0	209,0	215,0	193,0	145,0	99,0	58,0	45,0
Κόνιτσα	53,0	65,0	112,0	138,0	190,0	200,0	216,0	194,0	141,0	99,0	63,0	50,0
Κόρινθος (Βέλο)	65,4	82,8	123,4	157,9	201,7	218,3	223,2	201,9	154,2	111,9	72,0	55,2
Κύθηρα	68,0	81,0	127,0	161,0	210,0	220,0	223,0	204,0	160,0	117,0	78,0	60,0
Λαμία	59,4	73,1	113,9	150,5	188,8	210,3	214,1	193,4	145,5	100,3	65,3	52,1
Λάρισα	55,1	71,4	112,1	151,1	190,9	210,8	215,8	194,3	145,9	97,8	61,2	47,8
Λήμνος	51,1	69,6	112,3	154,3	199,5	215,3	220,9	198,5	150,8	104,6	61,3	46,0
Μεθώνη	62,0	78,0	125,0	155,0	207,0	215,0	220,0	199,0	157,0	116,0	77,0	57,0
Μήλος	56,0	67,0	120,0	175,0	213,0	223,0	226,0	205,0	164,0	112,0	77,0	52,0
Μυτιλήνη	52,0	70,0	113,0	156,0	209,0	219,0	223,0	201,0	156,0	109,0	67,0	50,0
Νάξος	60,3	77,0	122,6	161,2	204,7	220,4	224,5	204,8	159,1	115,9	73,7	55,6
Πάρος	60,0	80,0	125,0	168,0	211,0	220,0	223,0	202,0	160,0	117,0	75,0	58,0
Πάτρα	55,0	72,0	124,0	147,0	200,0	215,0	218,0	197,0	153,0	107,0	66,0	53,0
Πύργος	68,4	83,1	127,5	157,9	200,4	215,6	223,8	202,1	155,0	115,9	75,5	59,3
Ρέθυμνο	62,0	81,0	119,0	164,0	211,0	218,0	223,0	204,0	160,0	106,0	81,0	58,0
Ρόδος	69,9	85,1	130,8	164,0	203,0	217,2	225,1	204,3	158,9	120,2	79,2	61,2
Σάμος	64,9	82,1	126,7	162,5	206,8	224,9	230,6	209,6	163,7	120,5	78,6	58,5
Σέρρες	50,8	68,0	105,7	141,0	180,5	202,8	209,7	187,7	140,8	94,7	56,5	43,7
Σητεία	66,5	83,0	128,4	165,2	207,4	223,2	227,1	207,5	163,7	119,3	80,4	61,9
Σκύρος	51,2	69,1	109,9	153,3	197,2	214,2	219,7	198,8	151,7	102,5	62,9	47,7
Σούδα	65,0	81,7	130,7	166,5	208,5	221,9	228,5	209,3	163,6	116,3	76,8	60,3
Σύρος	58,0	80,0	121,0	172,0	212,0	219,0	225,0	204,0	160,0	199,0	74,0	57,0
Τανάγρα	59,1	74,2	112,7	151,9	194,0	215,4	222,0	201,3	153,1	104,5	64,7	51,2
Τρίκαλα (Ημαθίας)	57,3	72,2	105,6	140,2	178,0	202,9	206,4	185,8	138,6	94,0	59,7	49,1
Τυμπάκιο	73,4	90,5	137,5	169,0	207,8	222,9	228,7	209,8	166,3	127,2	85,9	67,7
Χανιά	62,0	80,0	124,0	167,0	212,0	220,0	225,0	205,0	161,0	111,0	78,0	59,0
Χίος	55,0	72,0	119,0	161,0	210,0	220,0	225,0	203,0	159,0	116,0	71,0	53,0
Χρυσούπολη	57,5	78,0	111,3	137,6	189,9	204,0	208,8	187,6	141,8	97,7	62,1	43,3

4.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένες επιφάνειες με σταθερό ή τυχαίο προσανατολισμό υπολογίζεται με θεωρητικά και εμπειρικά μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί και βασίζονται κυρίως σε μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο της υπό μελέτη περιοχής. Στα μοντέλα αυτά συνυπολογίζονται και γεωμετρικοί παράγοντες που σχετίζονται με την τροχιά του ήλιου, την περιοχή και την εποχή του χρόνου.

Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια είναι συνάρτηση της κλίσης της επιφάνειας, του προσανατολισμού της και της περιοχής εγκατάστασης (γεωγραφικό πλάτος και μήκος). Σημαντική επίσης παράμετρος είναι η καθαρότητα του ορίζοντα και τα τυχόν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια που υπάρχουν γύρω από την επιφάνεια πρόσπτωσης.

4.1.1. Επιφάνειες με Νότιο Προσανατολισμό

Η μέση ολική μηνιαία H_T ηλιακή ακτινοβολία (kWh/(m^2.mo)) σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο υπολογισμό, υπολογίζεται βάση του ισοτροπικού μοντέλου των Liu, Jordan[15,16] & Klein[15,17], από την ακόλουθη σχέση:

$$\overline{H}_T = (\overline{H} - \overline{H}_d) \cdot \overline{R}_b + 0{,}5 \cdot \overline{H}_d \cdot (1 + \cos\beta) + 0{,}5 \cdot \rho \cdot \overline{H} \cdot (1 - \cos\beta) \qquad [4.1]$$

όπου,

ρ, είναι η ανακλαστικότητα του εδάφους και θεωρήθηκε ίση με 0,15,

β, είναι η κλίσης της επιφάνειας,

H_T, είναι η μέση μηνιαία ολική ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή,

H_d, είναι η μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή.

και R_b, είναι μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας για νότιο προσανατολισμό (αζιμούθιο γ=0).

Η μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο, υπολογίζεται από την σχέση των Collares-Pereira & Rabl[18], η οποία αναφέρεται στον λόγο της διάχυτης προς την ολική μηνιαία ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο. Ο λόγος αυτός περιγράφεται από την σχέση 4.2. Στον πίνακα 4.2 δίνονται τιμές της μέση μηνιαίας διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας όπως υπολογίστηκαν από την σχέση 4.2 και βάσει των τιμών της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας όπως αναφέρονται στον πίνακα 4.1.

$$\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}_T} = 0{,}755 + 0{,}00653 \cdot (\omega_S - 90) - [0{,}505 + 0{,}00455 \cdot (\omega_S - 90)] \cdot \cos(115 \cdot \overline{k}_t - 103) \qquad [4.2]$$

όπου,

ω_s, η ωριαία γωνία δύσης για τη μέση αντιπροσωπευτική ημέρα του μήνα στην υπό μελέτη περιοχή,

$$\omega_s = \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta))$$

όπου,

φ, είναι το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής

και δ η ηλιακή απόκλιση όπως υπολογίζεται και για τη σχέση 4.5.

Πίνακας 4.2. *Μέση μηνιαία διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m²*.*mo)].*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα, Ελληνικό	25,1	32,2	50,3	65,7	81,9	85,5	85,3	73,7	55,5	40,1	26,5	22,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	25,1	32,0	50,4	65,6	81,8	85,5	85,2	73,7	55,5	40,1	26,3	21,8
Αγρίνιο	24,6	31,7	50,0	65,2	81,9	85,8	85,5	73,6	55,1	39,5	25,9	21,4
Αγχίαλος	23,9	30,9	49,1	65,1	82,1	86,1	85,7	73,5	54,7	38,5	24,8	20,5
Αλεξανδρούπολη	21,4	29,1	47,5	64,2	82,2	86,8	86,2	73,2	53,6	37,1	23,0	18,3
Αλίαρτος	23,1	31,0	49,8	65,7	82,2	85,7	85,4	73,7	55,3	39,4	25,8	20,8
Ανδραβίδα	25,6	32,6	51,0	65,9	82,0	85,6	85,3	73,8	55,6	40,4	26,8	22,4
Άραξος	24,9	32,1	50,4	65,7	82,0	85,6	85,3	73,7	55,4	40,0	26,3	21,7
Άργος (Πυργέλα)	25,9	32,9	51,2	66,0	82,0	85,4	85,2	73,8	55,8	40,6	27,1	22,6
Αργοστόλι	25,1	32,1	50,6	65,8	82,1	85,7	85,4	73,7	55,4	40,0	26,4	21,8
Άρτα	24,3	31,4	49,7	65,1	82,1	86,1	85,6	73,5	54,8	39,1	25,4	21,0
Ζάκυνθος	25,4	32,2	49,8	65,9	81,8	85,3	85,2	73,8	55,7	40,1	26,3	21,8
Ηράκλειο	27,6	34,4	52,6	66,8	81,5	84,3	84,3	74,1	57,2	42,8	29,4	24,8
Θεσσαλονίκη	21,8	29,2	47,3	64,2	82,0	86,6	86,1	73,1	53,6	36,9	23,1	18,7
Ιεράπετρα	28,6	35,3	53,4	67,1	81,5	84,1	84,2	74,1	57,4	43,3	30,2	25,8
Ιωάννινα	22,4	29,6	48,1	64,0	81,8	86,2	85,8	73,4	54,1	38,0	23,9	19,3
Καλαμάτα	26,4	33,2	51,5	66,0	81,8	85,1	84,9	73,8	56,1	41,1	27,6	23,1
Καστοριά	22,5	29,7	48,1	64,3	81,7	86,6	86,0	73,2	53,7	37,4	23,5	19,1
Κέρκυρα	23,2	30,5	49,1	65,0	82,3	86,3	85,8	73,5	54,4	38,4	24,6	20,1
Κομοτηνή	21,1	28,5	47,1	64,3	82,4	87,0	86,3	73,2	53,4	36,8	22,8	18,2
Κόνιτσα	22,3	29,2	48,5	64,2	82,2	86,4	85,9	73,3	54,0	37,8	24,1	19,7
Κόρινθος (Βέλο)	25,4	32,5	50,7	65,9	82,0	85,5	85,3	73,7	55,6	40,2	26,6	22,0
Κύθηρα	27,1	33,7	52,1	66,4	81,8	84,7	84,6	73,9	56,7	41,9	28,5	23,9
Λαμία	24,0	31,0	49,4	65,3	82,0	85,9	85,5	73,5	54,8	38,9	25,3	20,8
Λάρισα	22,9	30,3	48,8	65,1	82,2	86,3	85,8	73,4	54,4	38,1	24,3	19,7
Λήμνος	22,1	29,9	48,6	65,1	82,4	86,5	85,9	73,4	54,3	38,2	24,1	19,3
Μεθώνη	23,4	30,7	49,4	65,2	82,5	86,4	85,9	73,4	54,4	38,5	25,0	20,5
Μήλος	25,1	31,6	51,3	66,6	81,9	85,0	84,9	73,9	56,4	41,3	28,0	22,5
Μυτιλήνη	22,8	30,5	49,2	65,4	82,3	86,1	85,7	73,6	54,9	39,1	25,3	20,4
Νάξος	25,5	32,7	51,3	66,2	81,9	85,2	85,0	73,9	56,1	41,1	27,5	22,7
Πάρος	25,5	33,0	51,4	66,4	82,0	85,1	84,9	73,8	56,2	41,2	27,6	23,0
Πάτρα	23,9	31,3	50,5	65,3	82,1	85,7	85,3	73,6	55,4	39,8	25,9	21,5
Πύργος	25,8	32,7	51,1	65,9	82,0	85,4	85,2	73,8	55,7	40,6	27,0	22,6
Ρέθυμνο	27,1	34,4	52,1	66,8	81,6	84,3	84,3	74,0	57,2	42,2	29,5	24,4
Ρόδος	27,1	33,9	52,2	66,5	81,7	84,8	84,7	73,9	56,6	41,9	28,5	23,9
Σάμος	25,5	32,6	51,0	66,1	82,0	85,5	85,3	73,9	55,8	40,6	27,1	22,5
Σέρρες	21,2	28,9	47,2	64,1	82,1	86,9	86,2	73,1	53,4	36,7	22,7	18,1
Σητεία	27,8	34,7	52,9	66,8	81,5	84,2	84,3	74,1	57,3	43,0	29,6	25,0
Σκύρος	22,8	30,5	49,1	65,4	82,1	86,0	85,6	73,6	54,9	39,0	25,1	20,3
Σούδα	27,4	34,3	52,8	66,8	81,6	84,4	84,4	74,1	57,1	42,6	29,1	24,5
Σύρος	24,9	32,7	50,9	66,3	82,0	85,3	85,1	73,8	55,9	51,9	27,2	22,6
Τανάγρα	24,4	31,5	49,7	65,5	82,0	85,7	85,4	73,7	55,3	39,6	25,7	21,2
Τρίκαλα Ημαθίας	22,3	29,6	47,5	64,2	81,9	86,7	86,0	73,2	53,6	37,1	23,4	19,1
Τρίπολη	25,8	32,5	50,8	65,7	81,6	85,3	85,0	73,7	55,8	40,6	27,0	22,7
Τυμπάκιο	28,7	35,4	53,4	67,0	81,5	84,1	84,2	74,1	57,5	43,3	30,1	25,7
Χανιά	27,0	34,2	52,4	66,8	81,6	84,4	84,4	74,0	57,1	42,4	29,2	24,4
Χίος	23,8	31,2	50,2	65,8	82,2	85,8	85,4	73,7	55,4	39,9	26,2	21,4
Χρυσούπολη	22,1	29,8	47,8	63,9	82,4	86,8	86,2	73,1	53,5	37,0	23,3	18,2

Πίνακας 4.3. *Μέσος μηνιαίος συντελεστής αιθριότητας k_t..*

Περιοχή/μήνας	**ΙΑΝ**	**ΦΕΒ**	**ΜΑΡ**	**ΑΠΡ**	**ΜΙΑ**	**ΙΟΥΝ**	**ΙΟΥΛ**	**ΑΥΓ**	**ΣΕΠ**	**ΟΚΤ**	**ΝΟΕ**	**ΔΕΚ**
Αθήνα, Ελληνικό	0,44	0,47	0,48	0,53	0,57	0,62	0,63	0,64	0,60	0,54	0,49	0,44
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	0,45	0,46	0,49	0,52	0,56	0,60	0,61	0,63	0,61	0,55	0,47	0,43
Αγρίνιο	0,46	0,47	0,49	0,51	0,55	0,62	0,64	0,63	0,59	0,55	0,49	0,44
Αγχίαλος	0,45	0,46	0,47	0,51	0,55	0,61	0,62	0,62	0,58	0,51	0,46	0,43
Αλεξανδρούπολη	0,40	0,44	0,46	0,49	0,54	0,59	0,60	0,61	0,58	0,53	0,44	0,39
Αλίαρτος	0,37	0,42	0,47	0,54	0,60	0,62	0,63	0,64	0,60	0,51	0,46	0,39
Ανδραβίδα	0,48	0,49	0,53	0,54	0,58	0,63	0,65	0,65	0,61	0,57	0,52	0,47
Άραξος	0,44	0,47	0,49	0,53	0,57	0,61	0,62	0,62	0,60	0,55	0,48	0,43
Άργος (Πυργέλα)	0,48	0,49	0,52	0,54	0,59	0,64	0,65	0,65	0,61	0,57	0,51	0,46
Αργοστόλι	0,46	0,48	0,51	0,54	0,60	0,63	0,65	0,64	0,61	0,56	0,51	0,44
Άρτα	0,48	0,49	0,50	0,51	0,56	0,61	0,62	0,62	0,60	0,56	0,50	0,46
Ζάκυνθος	0,45	0,46	0,45	0,54	0,56	0,58	0,62	0,64	0,60	0,52	0,45	0,41
Ηράκλειο	0,42	0,45	0,49	0,56	0,60	0,64	0,65	0,64	0,62	0,55	0,50	0,43
Θεσσαλονίκη	0,41	0,43	0,44	0,49	0,52	0,57	0,60	0,59	0,55	0,48	0,43	0,40
Ιεράπετρα	0,46	0,49	0,54	0,58	0,61	0,64	0,64	0,64	0,62	0,58	0,56	0,48
Ιωάννινα	0,39	0,41	0,44	0,47	0,52	0,58	0,61	0,60	0,54	0,50	0,42	0,38
Καλαμάτα	0,47	0,48	0,51	0,53	0,58	0,62	0,63	0,63	0,60	0,56	0,50	0,45
Καστοριά	0,45	0,45	0,47	0,49	0,51	0,58	0,59	0,59	0,56	0,51	0,45	0,42
Κέρκυρα	0,43	0,46	0,49	0,52	0,57	0,61	0,63	0,63	0,59	0,53	0,47	0,43
Κομοτηνή	0,40	0,42	0,45	0,51	0,55	0,60	0,61	0,62	0,59	0,53	0,45	0,41
Κόνιτσα	0,41	0,41	0,47	0,48	0,56	0,57	0,62	0,62	0,56	0,52	0,47	0,43
Κόρινθος (Βέλο)	0,46	0,49	0,51	0,54	0,59	0,63	0,64	0,64	0,60	0,56	0,50	0,43
Κύθηρα	0,45	0,46	0,51	0,54	0,61	0,63	0,64	0,64	0,61	0,56	0,51	0,44
Λαμία	0,43	0,44	0,47	0,52	0,55	0,60	0,61	0,61	0,57	0,51	0,47	0,43
Λάρισα	0,41	0,44	0,47	0,52	0,56	0,61	0,62	0,62	0,58	0,50	0,45	0,40
Λήμνος	0,39	0,43	0,47	0,53	0,58	0,62	0,63	0,63	0,60	0,54	0,45	0,39
Μεθώνη	0,47	0,49	0,53	0,54	0,61	0,62	0,63	0,63	0,63	0,60	0,57	0,49
Μήλος	0,38	0,39	0,48	0,59	0,62	0,64	0,64	0,64	0,63	0,54	0,51	0,39
Μυτιλήνη	0,38	0,43	0,47	0,54	0,61	0,63	0,64	0,64	0,62	0,56	0,48	0,41
Νάξος	0,41	0,45	0,50	0,55	0,60	0,63	0,64	0,64	0,61	0,56	0,49	0,42
Πάρος	0,41	0,46	0,51	0,57	0,61	0,63	0,64	0,63	0,62	0,57	0,50	0,44
Πάτρα	0,39	0,43	0,51	0,50	0,58	0,62	0,62	0,62	0,60	0,53	0,46	0,42
Πύργος	0,48	0,49	0,52	0,54	0,58	0,62	0,64	0,64	0,60	0,57	0,52	0,46
Ρέθυμνο	0,40	0,45	0,47	0,55	0,61	0,63	0,64	0,64	0,61	0,50	0,51	0,41
Ρόδος	0,47	0,48	0,52	0,55	0,59	0,63	0,64	0,64	0,61	0,58	0,52	0,45
Σάμος	0,45	0,48	0,52	0,55	0,60	0,65	0,66	0,66	0,64	0,60	0,54	0,45
Σέρρες	0,41	0,44	0,46	0,49	0,53	0,58	0,60	0,60	0,57	0,51	0,44	0,39
Σητεία	0,43	0,46	0,50	0,55	0,60	0,64	0,65	0,65	0,62	0,56	0,51	0,44
Σκύρος	0,37	0,42	0,46	0,53	0,58	0,62	0,63	0,63	0,60	0,52	0,45	0,39
Σούδα	0,42	0,46	0,52	0,56	0,61	0,64	0,65	0,65	0,62	0,55	0,49	0,43
Σύρος	0,40	0,47	0,49	0,59	0,62	0,63	0,64	0,64	0,62	0,98	0,50	0,44
Τανάγρα	0,42	0,44	0,46	0,52	0,57	0,62	0,63	0,63	0,60	0,52	0,45	0,41
Τρίκαλα Ημαθίας	0,45	0,46	0,45	0,49	0,52	0,58	0,59	0,59	0,56	0,50	0,45	0,43
Τρίπολη	0,46	0,46	0,49	0,52	0,55	0,60	0,61	0,61	0,60	0,54	0,49	0,45
Τυμπάκιο	0,47	0,50	0,54	0,57	0,60	0,64	0,65	0,65	0,63	0,59	0,54	0,47
Χανιά	0,40	0,45	0,49	0,56	0,62	0,63	0,64	0,64	0,61	0,52	0,50	0,42
Χίος	0,39	0,43	0,49	0,55	0,61	0,63	0,64	0,64	0,62	0,58	0,50	0,42
Χρυσούπολη	0,46	0,50	0,48	0,48	0,56	0,59	0,60	0,60	0,57	0,52	0,48	0,39

και k_t ο μέσος μηνιαίος συντελεστής αιθριότητας της περιοχής και υπολογίζεται από την εξίσωση 4.3, όπου H_o είναι η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία (kWh/(m^2.mo)) σε οριζόντιο επίπεδο στο όριο της ατμόσφαιρας. Στον πίνακα 4.3 δίνονται οι τιμές του μέσου μηνιαίου συντελεστής αιθριότητας.

$$\overline{k}t = \frac{\overline{H}_T}{\overline{H}_o} \qquad [4.3]$$

Ο μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας R_b, που είναι ο λόγος της άμεσης ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο προς την άμεση ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\overline{R}_b = \frac{\left[\cos(\varphi-\beta)\cdot\cos(\delta)\cdot\sin(\omega'_s)+\frac{\pi}{180}\cdot\omega'_s\cdot\sin(\varphi-\beta)\cdot\sin(\delta)\right]}{\left[\cos(\varphi)\cdot\cos(\delta)\cdot\sin(\omega_s)+\frac{\pi}{180}\cdot\omega_s\cdot\sin(\varphi)\cdot\sin(\delta)\right]} \qquad [4.4]$$

όπου,

ω’$_s$, είναι η ωριαία γωνία δύσης της κεκλιμένης επιφάνειας για τη μέση αντιπροσωπευτική ημέρα του μήνα στην υπό μελέτη περιοχή και υπολογίζεται από την σχέση:

$$\omega'_s = \min\left\{\cos^{-1}(-\tan(\varphi)\cdot\tan(\delta)),\quad \cos^{-1}(-\tan(\varphi-\beta)\cdot\tan(\delta))\right\}, \qquad [4.5]$$

όπου

φ, είναι το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής,

β, είναι η κλίση της επιφάνειας και

δ, είναι η ηλιακή απόκλιση $\delta = 23.45\cdot\sin[360\cdot\frac{D+284}{365}]$ την μέση αντιπροσωπευτική μέρα (D) για κάθε μήνα:

μήνας	**ΙΑΝ**	**ΦΕΒ**	**ΜΑΡ**	**ΑΠΡ**	**ΜΙΑ**	**ΙΟΥΝ**	**ΙΟΥΛ**	**ΑΥΓ**	**ΣΕΠ**	**ΟΚΤ**	**ΝΟΕ**	**ΔΕΚ**
D	17	47	75	105	135	162	198	228	258	289	320	351

Με την εφαρμογή των πιο πάνω σχέσεων υπολογίζεται η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό, για διάφορες κλίσεις β επιφανειών. Οι τιμές αυτές αναφέρονται σε καθαρό ορίζοντα χωρίς εμπόδια. Σε περίπτωση που στο νότο υπάρχουν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια η προσπίπτουσα ακτινοβολία μειώνεται.

4.1.2. Επιφάνειες με Τυχαίο Προσανατολισμό

Για κεκλιμένες επιφάνειες με τυχαίο προσανατολισμό (αζιμούθιο γ≠0), η προσπίπτουσα μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία (kWh/(m^2.mo)) υπολογίζεται με την εξίσωση 4.1 του Klein[17], όπου ο μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας R_b, είναι ο λόγος της άμεσης ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο με τυχαίο προσανατολισμό προς την άμεση ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση.

$$\overline{R}_b = \frac{\begin{array}{c}\sin(\delta)\sin(\varphi)\cos(\beta)\cdot(\omega_{ss}-\omega_{sr})\cdot(\frac{\pi}{180}) - \sin(\delta)\cos(\varphi)\sin(\beta)\cos(\gamma)\cdot(\omega_{ss}-\omega_{sr})\cdot(\frac{\pi}{180}) \\ +\cos(\delta)\cos(\varphi)\cos(\beta)\cdot(\sin(\omega_{ss})-\sin(\omega_{sr})) + \cos(\delta)\sin(\varphi)\sin(\beta)\cos(\gamma)\cdot(\sin(\omega_{ss})-\sin(\omega_{sr})) \\ -\cos(\delta)\sin(\beta)\sin(\gamma)\cdot(\cos(\omega_{ss})-\cos(\omega_{sr}))\end{array}}{2\cdot[\cos(\varphi)\cos(\delta)\sin(\omega_s)+(\frac{\pi}{180})\cdot\omega_s\sin(\varphi)\sin(\delta)]} \qquad [4.6]$$

όπου,

ω_s, είναι η ωριαία γωνία δύσης του ήλιου για οριζόντια επιφάνεια,

ω_{sr}, είναι η ωριαία γωνία ανατολής του ήλιου επί της κεκλιμένης επιφάνειας με τυχαίο προσανατολισμό και ω_{ss}, είναι η ωριαία γωνία δύσης του ήλιου και υπολογίζονται από τις ακόλουθες σχέσεις, οι οποίες ισχύουν για αζιμούθιο -90° < γ > 90°.[15]

για επιφάνειες με <u>δυτικό</u> προσανατολισμό: αζιμούθιο από 0 μέχρι και 90°. Για γ ≥ 90° οι σχέσεις δεν δίνουν σωστά αποτελέσματα.

$$\omega_{sr} = -\min\left\{\cos^{-1}\left(-\tan(\varphi)\cdot\tan(\delta)\right),\quad \cos^{-1}\left(\frac{A\cdot B+\sqrt{(A^2-B^2+1)}}{A^2+1}\right)\right\},$$

$$\omega_{ss} = \min\left\{\cos^{-1}\left(-\tan(\varphi)\cdot\tan(\delta)\right),\quad \cos^{-1}\left(\frac{A\cdot B-\sqrt{(A^2-B^2+1)}}{A^2+1}\right)\right\}$$

για επιφάνειες με <u>ανατολικό</u> προσανατολισμό: αζιμούθιο από 0 μέχρι και -90°. Για γ ≤ -90° οι σχέσεις δεν δίνουν σωστά αποτελέσματα.

$$\omega_{sr} = -\min\left\{\cos^{-1}\left(-\tan(\varphi)\cdot\tan(\delta)\right),\quad \cos^{-1}\left(\frac{A\cdot B-\sqrt{(A^2-B^2+1)}}{A^2+1}\right)\right\},$$

$$\omega_{ss} = \min\left\{\cos^{-1}\left(-\tan(\varphi)\cdot\tan(\delta)\right),\quad \cos^{-1}\left(\frac{A\cdot B+\sqrt{(A^2-B^2+1)}}{A^2+1}\right)\right\}$$

όπου $A = \frac{\cos(\varphi)}{\sin(\gamma)\cdot\tan(\beta)} + \frac{\sin(\varphi)}{\tan(\gamma)}$

και $B = \tan(\delta)\cdot\left[\frac{\cos(\varphi)}{\tan(\gamma)} - \frac{\sin(\varphi)}{\sin(\gamma)\cdot\tan(\beta)}\right]$

Για κεκλιμένες επιφάνειες με τυχαίο προσανατολισμό η προσπίπτουσα μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία (kWh/(m^2.mo)) μπορεί να υπολογισθεί από τις ωριαίες τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας βάσει της μεθοδολογία η οποία εξηγείται στην ακόλουθη παράγραφο.

4.1.3. <u>Ωριαία Ηλιακή Ακτινοβολία</u>

Για την εκτίμηση της μέσης ωριαίας ενέργειας ή της ισχύος που αποδίδει ένα ηλιακό σύστημα (π.χ. Φ/Β), είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας διακύμανσης της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ημέρας του κάθε μήνα.

Η διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ημέρας του μήνα μπορεί να υπολογιστεί από τα αντίστοιχα εμπειρικά μοντέλα υπολογισμών των Collares, Pereira & Rabl[18], αλλά και το ισοτροπικό μοντέλο. Τα μοντέλα αυτά υπολογίζουν της ωριαίες τιμές της ολικής, άμεσης και διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο και σε κεκλιμένο επίπεδο. Η ολική ωριαία ηλιακή ακτινοβολία I_T (kWh/(m^2.hr)) στο οριζόντιο επίπεδο υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση όταν είναι γνωστή η μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο H_T (kWh/(m^2.day)).

$$\frac{\bar{I}_T}{\bar{H}_T} = \frac{\pi}{24}\cdot\frac{(a+b\cdot\cos(\omega))\cdot(\cos(\omega)-\cos(\omega_s))}{(\sin(\omega_s)-\frac{2\pi\cdot\omega_s}{360}\cdot\cos(\omega_s))} \qquad [4.7]$$

όπου,

ω είναι η ωριαία γωνία για δεδομένη ώρα της ημέρας: $\omega = (H.X - 12) \cdot 15^{o}$

a και b γεωμετρικοί παράμετροι που υπολογίζονται βάσει της ωριαίας γωνίας δύσης στην υπό μελέτη περιοχή.

$a = 0,409 + 0,5016 \sin(\omega_s - 60)$ $\quad\quad b = 0,6609 - 0,4767 \sin(\omega_s - 60)$

Αντίστοιχα, η μέση διάχυτη ωριαία ηλιακή ακτινοβολία I_d (kWh/m^2.hour) που προσπίπτει σε οριζόντιο επίπεδο υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση των Liu & Jordan [19] όταν είναι γνωστή η μέση ημερήσια διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο H_d (kWh/(m^2.day)).

$$\frac{\bar{I}_d}{\bar{H}_d} = \frac{\pi}{24} \cdot \frac{(\cos(\omega) - \cos(\omega_s))}{(\sin(\omega_s) - \frac{2\pi \cdot \omega_s}{360} \cdot \cos(\omega_s))} \quad [4.8]$$

Η μέση ωριαία ηλιακή ενέργεια I_β που προσπίπτει σε κεκλιμένο επίπεδο με κλίση και τυχαίο προσανατολισμό υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\bar{I}_\beta = I_T \cdot \left[(1 - \frac{I_d}{I_T}) \cdot R_b + 0,5 \cdot \frac{I_d}{I_T} \cdot (1 + \cos(\beta)) + 0.5 \cdot \rho \cdot (1 - \cos(\beta)) \right] \quad [4.9]$$

όπου, R_b είναι ο γεωμετρικός παράγοντας που εκφράζει τον λόγο της άμεσης ωριαίας ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο προς αυτή στον οριζόντιο επίπεδο και δίνεται από την εξίσωση:

$$R_b = \frac{\sin(\delta)\sin(\phi)\cos(\beta) - \sin(\delta)\cos(\phi)\sin(\beta)\cos(\gamma) + \cos(\delta)\cos(\phi)\cos(\beta)\cos(\omega) + \cos(\delta)\sin(\phi)\sin(\beta)\cos(\gamma)\cos(\omega) + \cos(\delta)\sin(\beta)\sin(\gamma)\sin(\omega)}{\cos(\phi)\cos(\delta)\cos(\omega) + \sin(\phi)\sin(\delta)} \quad [4.10]$$

όπου,

γ, η αζιμούθια γωνία της επιφάνειας και ισούται με (γ=0^o) για νότιο προσανατολισμό της επιφάνειας, (γ=90^o) για δυτικό και (γ=-90^o) για ανατολικό,

ω, η ωριαία γωνία για δεδομένη ώρα της ημέρας,

δ, η ηλιακή απόκλιση: $\delta = 23,45 \cdot \sin[360 \cdot \frac{D + 284}{365}]$, με D το αριθμός της ημέρας.

φ, το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

Με βάση την πιο πάνω σχέση για την ωριαία ηλιακή ενέργεια I_β (kWh/m^2) σε κεκλιμένη επιφάνεια, εύκολα υπολογίζεται η διακύμανση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (kW/m^2) στην διάρκεια της εκάστοτε τυπικής ημέρας του κάθε μήνα. Οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στην διάρκεια της ημέρας εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες και κυρίως την νέφωση.

4.2. ΗΛΙΑΚΗ ΤΡΟΧΙΑ

Η ηλιακή τροχιά καθορίζεται από το ηλιακό ύψος (α) και το ηλιακό αζιμούθιο (γ_s), παραμέτρους παρόμοιες για περιοχές ίδιου γεωγραφικού πλάτους. Το ηλιακό ύψος και αζιμούθιο, είναι χρήσιμες παράμετροι για τον υπολογισμό βιοκλιματικών διατάξεων, όπως τα παθητικά ηλιακά συστήματα ή για τον σχεδιασμό συστημάτων σκιασμού και άλλα. Στο παράρτημα Γ δίνονται οι ηλιακές τροχιές για 6 γεωγραφικά πλάτη της χώρας (35÷40^o), για την 21^η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο), την 21^η

Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) και την 21η Μαρτίου/Σεπτεμβρίου (ισημερία), για χειμερινή τοπική ώρα Ελλάδος και μέσο γεωγραφικό μήκος για την Ελλάδα 24ο.

Το ηλιακό ύψος α υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\sin(\alpha) = \sin(\delta)\cdot\sin(\varphi) + \cos(\delta)\cdot\cos(\varphi)\cdot\cos(\omega) = \cos(\theta z) \qquad [4.11]$$

Αντίστοιχα το ηλιακό αζιμούθιο γ_s υπολογίζεται από την σχέση:

$$\gamma_s = C_1\cdot C_2\cdot[\sin^{-1}(\frac{\sin(\omega)\cdot\cos(\delta)}{\sin(\theta z)})] + C_3\cdot 180\cdot(1 - C_1\cdot C_2)/2 \qquad [4.12]$$

όπου

$C_1 =$ 1 αν $|\omega| \le \omega_{ew}$, -1 αν $|\omega| > \omega_{ew}$

$C_2 =$ 1 αν $(\varphi\text{-}\delta) \ge 0$, -1 αν $(\varphi\text{-}\delta) < 0$

$C_3 =$ 1 αν $\omega \ge \omega_{ew}$, -1 αν $\omega < \omega_{ew}$

και $\cos(\omega_{ew}) = \tan(\delta) / \tan(\varphi)$

4.3. ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΚΛΙΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα συστήματα αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιακός συλλέκτης ή φωτοβολταϊκά) μπορεί να είναι τοποθετημένα πάνω σε σταθερή βάση ή σε περιστρεφόμενη βάση. Αναλόγως με το είδος του συστήματος, το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που αξιοποιείται, είναι διαφορετικό.

Για σταθερή βάση με δυνατότητα ή μη ρύθμισης της γωνίας κλίσης (β) ως προς το οριζόντιο επίπεδο, ο υπολογισμός της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται από τις εξισώσεις 4.1 (για ημερήσιες ή μηνιαίες τιμές) ή 4.8 (για ωριαίες τιμές). Η βέλτιστη ετήσια σταθερή γωνία κλίσης ενός ηλιακού συστήματος, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, την περίοδο ηλιοφάνειας, τη μορφολογία της περιοχής εγκατάστασης και τα φυσικά εμπόδια (ορεινοί όγκοι, δένδρα, κτιριακές εγκαταστάσεις, κ.α.). Τα φυσικά ή τεχνητά εμπόδια μπορεί να περιορίζουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ανάλογα με τη γεωμετρική θέση που έχουν ως προς τα ηλιακά συστήματα. Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε μια επιφάνεια με σταθερή βάση, μπορεί να αυξηθεί (4÷ 6%) με την μηνιαία μεταβολή της κλίση (β) ανά μήνα ή ανά εποχή.

Στο πίνακα 4.4, δίνονται τιμές της προσπίπτουσας μηνιαίας ολικής ηλιακής ενέργειας (kWh/(m^2.mo)) σε κεκλιμένες επιφάνειας για τις βέλτιστες κλίσεις εγκατάστασης ηλιακού συστήματος (β), για εννέα περιοχές της Ελλάδας[20]. Οι τιμές της βέλτιστης κλίσης δίνονται σε ετήσια (Ε) βάση, σε χειμερινή (Χ) βάση και θερινή (Θ) βάση. Οι τιμές βέλτιστης κλίσης (β) είναι σχεδόν ίδιες για περιοχές με ίδιο γεωγραφικό πλάτος. Στην Ελλάδα, η μεταβολή της κλίση ενός ηλιακού συστήματος σε εποχική βάση, αυξάνει την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία κατά περίπου 5% ως προς την προσπίπτουσα σε σύστημα σταθερής ετήσιας κλίσης, ενώ η μεταβολή της κλίσης σε μηνιαία βάση ισούται με 6%.

Συστήματα περιστρεφόμενων βάσεων υπάρχουν ενός ή δύο αξόνων. Οι βάσεις με έναν άξονα περιστροφής διατηρούν την συλλεκτική επιφάνεια ενός ηλιακού συστήματος σε σταθερή κλίση αλλά με προσανατολισμό ίσο με το ηλιακό αζιμούθιο γ_s. Οι βάσεις με δύο άξονες περιστροφής μετακινούν την συλλεκτική επιφάνεια του συστήματος σε κλίση (β) ίση με το ηλιακό ύψος (α) και με προσανατολισμό (γ) ίσο με το ηλιακό αζιμούθιο γ_s, δηλαδή έτσι ώστε να ακολουθεί την κίνηση του ηλίου. Στην Ελλάδα, συστήματα περιστρεφόμενων βάσεων ενός άξονα αυξάνουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε ποσοστό περίπου 23÷25% ως προς την προσπίπτουσα σε σύστημα σταθερής ετήσιας κλίσης, ενώ στην περίπτωση περιστρεφόμενων βάσεων δύο αξόνων η αύξηση ανέρχεται περίπου στο 28÷30%[21].

Πίνακας 4.4. *Μηνιαία Ηλιακή Ενέργεια για τις βέλτιστες γωνίες κλίσης β των Φ/Β ($kWh/m^2.mo$), και βέλτιστη κλίση σε ετήσια (Ε) βάση, χειμερινή (Χ) και θερινή (Θ) περίοδο, για διάφορες περιοχές της Ελλάδας[20].*

Κλίση β (°)	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ε	Χ	Θ
Αθήνα (φ=37,96°, L=23,92°)															
7-14	70	84	118	151	190	201	217	206	158	117	84	67	1664	540	1124
23-33	86	97	126	151	181	188	204	202	166	133	104	85	1724	649	1092
42-52	98	103	124	137	154	156	171	178	159	140	118	99	1637	682	955
Ηράκλειο (φ=35,33°, L=25,15°)															
5-12	73	90	133	175	211	216	221	207	173	129	94	73	1794	637	1203
20-30	87	101	140	174	202	203	210	203	180	143	112	89	1844	703	1172
38-48	96	107	140	163	180	177	185	186	176	151	124	101	1787	732	1067
Θεσσαλονίκη (φ=40,63°, L=22,93°)															
9-16	62	75	105	140	174	183	203	182	141	101	69	58	1495	510	1024
25-35	77	87	111	139	166	171	191	178	148	114	85	74	1543	574	994
45-55	86	92	110	130	148	150	168	163	144	119	94	85	1490	597	903
Ιωάννινα (φ=39,67°, L=20,83°)															
9-16	63	76	118	148	189	200	215	199	154	118	77	57	1614	539	1105
24-34	75	86	125	148	181	188	204	196	161	132	92	70	1659	596	1079
44-54	86	91	125	137	159	162	177	178	157	140	104	81	1596	624	969
Καλαμάτα (φ=36,07°, L=22,12°)															
6-13	79	90	136	158	209	214	220	204	166	128	93	68	1766	624	1172
22-32	94	102	145	158	201	202	208	201	173	143	111	83	1820	692	1142
40-50	107	109	144	146	176	172	180	181	168	151	126	95	1754	726	1022
Κομοτηνή (φ=41,13°, L=25,42°)															
10-17	67	79	117	151	188	205	212	198	160	120	77	63	1638	555	1114
26-36	80	89	124	151	180	192	201	195	166	134	92	78	1681	614	1084
46-56	91	95	123	139	157	164	173	175	161	142	104	90	1612	642	968
Λάρισα (φ=39,63°, L=22,42°)															
9-16	59	78	121	160	203	210	218	202	160	114	79	57	1662	555	1154
24-34	75	92	131	160	193	194	203	198	170	132	101	76	1726	636	1118
44-54	83	96	131	151	175	173	182	184	167	138	112	85	1676	658	1032
Μυτιλήνη (φ=39,10°, L=26,53°)															
9-16	63	80	122	161	209	216	222	205	167	124	81	62	1713	569	1180
24-34	80	94	132	161	198	199	207	201	177	145	104	82	1778	652	1142
43-53	87	99	131	152	179	177	185	186	173	152	114	92	1727	675	1052
Πάτρα (φ=38,25°, L=21,73°)															
7-14	66	82	134	151	200	212	216	201	163	121	79	66	1692	578	1144
23-33	83	96	145	150	189	195	201	196	172	140	100	86	1753	660	1102
42-52	91	100	145	141	170	173	180	181	168	146	109	96	1699	682	1013

5. ΕΙΣ ΒΑΘΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Καθοριστική παράμετρος για την αξιοποίηση των θερμικών ιδιοτήτων του εδάφους είναι η θερμοκρασία του σε διάφορα βάθη. Στην ιδανική περίπτωση, αυτή η θερμοκρασία του εδάφους σε διάφορα βάθη πρέπει να μετράται. Στην πράξη όμως, πολύ λίγοι μετεωρολογικοί σταθμοί μετρούν την θερμοκρασία της επιφανείας του εδάφους, ενώ ακόμη λιγότεροι διενεργούν εις βάθος μετρήσεις. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με την χρήση μαθηματικών σχέσεων, όπως αυτή του Labs[22]:

$$T(z,t) = T_m - A_s \exp\left[-z\left(\frac{\pi}{365\cdot\alpha}\right)^{1/2}\right]\cos\left[\left(\frac{2\pi}{365}\right)\left(t - t_0 - \frac{z}{2}\left(\frac{365}{\pi\cdot\alpha}\right)^{1/2}\right)\right] \quad [5.1]$$

Η εξίσωση [5.1] ισχύει για ομογενές έδαφος με σταθερό συντελεστή θερμικής διάχυσης **α**. Υποτίθεται ότι στο έδαφος δεν υπάρχουν πηγές ή καταβόθρες θερμότητας. Οι διάφορες παράμετροι της εξισώσεως 5.1, δίνονται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1. *Παράμετροι εξισώσεως [5.1].*

Σύμβολο	**Μονάδες**	**Ερμηνεία**
T (z,t)	ºC	Θερμοκρασία του εδάφους σε βάθος z.
z	m	Βάθος.
t	Ημέρα του έτους (1-365 ή 366)	Χρόνος στον οποίο υπολογίζεται η θερμοκρασία T (z,t).
T_m	ºC	Μέση ετήσια θερμοκρασία επιφανείας εδάφους.
A_s	ºC	Πλάτος της ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας της επιφανείας του εδάφους.
α	m^2.ημέρα^{-1}	Συντελεστής θερμικής διάχυσης του εδάφους.
t_0	Ημέρα (1-365 ή 366)	Ημέρα του έτους κατά την οποία η θερμοκρασία επιφανείας του εδάφους λαμβάνει τη χαμηλότερη τιμή της.

Παρατηρήσεις:

1. Η μέση ετήσια θερμοκρασία επιφανείας εδάφους Tm, δίνεται από μετεωρολογικά δεδομένα. Επειδή επί του παρόντος δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για τον Ελληνικό χώρο, η Tm μπορεί να ληφθεί κατά προσέγγιση ίση με τη μέση ετήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος στη συγκεκριμένη περιοχή. Δεδομένα μέσης ετήσιας θερμοκρασίας περιβάλλοντος για διάφορες περιοχές της Ελλάδος, δίνονται στον πίνακα 3.1.

2. Το εύρος της ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας της επιφανείας του εδάφους (As) δίνεται από μετεωρολογικά δεδομένα. Βάσει των υφισταμένων δεδομένων για τον Ελληνικό χώρο, οι υπολογισμοί μπορούν να γίνουν ως εξής: Από τον πίνακα 3.3 λαμβάνεται η ετήσια μέση μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αφαιρείται η αντίστοιχη ετήσια μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος (πίνακας 3.1). Η τιμή η οποία προκύπτει διπλασιάζεται. Το αποτέλεσμα μπορεί να θεωρηθεί κατά προσέγγιση ίσο με το εύρος της ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας της επιφανείας του εδάφους.

Παράδειγμα: Να υπολογιστεί η ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του εδάφους στην Αθήνα.

Από τον πίνακα 3.1 βλέπουμε ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία στην Αθήνα είναι 18,6 °C, ενώ από τον πίνακα 3.3 βλέπουμε ότι η ετήσια μέση μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 22,1 °C. Άρα η ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα θα είναι περίπου:

(22,1 – 18,6) °C × 2 = 3,6 °C × 2 = 7,2 °C

Άρα κατά προσέγγιση και η ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του εδάφους στην Αθήνα θα ισούται με 7,2 °C.

3. Ο συντελεστής θερμικής διάχυσης του εδάφους α ($m^2.s^{-1}$), ορίζεται ως ο λόγος του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητάς του k ($W.m^{-1}.K^{-1}$) προς το γινόμενο της πυκνότητάς του ρ ($kg.m^{-3}$) επί το συντελεστή ειδικής θερμότητας υπό σταθερή πίεση cp ($J.kg^{-1}.K^{-1}$):

$$\alpha = \frac{k}{\rho \cdot cp} \qquad [5.2]$$

Ο συντελεστής α προσδιορίζεται πειραματικά. Ενδεικτικές τιμές του α από τη βιβλιογραφία (Pitts & Sissom[23]), δίνονται στον Πίνακα 5.2.

Πίνακας 5.2. *Συντελεστής θερμικής διάχυσης διαφόρων τύπων εδαφών[23].*

Τύπος Εδάφους	**α ($\times 10^{-6}.m^2.s^{-1}$)**
Γρανίτης	0,49 - 0,70
Ασβεστόλιθος	0,80 - 1,83
Μάρμαρο	1,39
Ψαμμίτης	1,06 - 1,26
Άργιλος	0,139

Για να μετατραπούν οι μονάδες του συντελεστή α από το σύστημα S.I. σε μονάδες συμβατές με αυτές της εξισώσεως 5.1, πολλαπλασιάζεται η τιμή του α επί 86400.

4. Η ημέρα του έτους κατά την οποία η θερμοκρασία επιφανείας του εδάφους λαμβάνει τη χαμηλότερη τιμή της, προκύπτει από μετρήσεις. Επειδή γενικά αυτή η παράμετρος μετράται σε ελάχιστους σταθμούς, μπορεί να ληφθεί ίση με 30, γιατί κατά μέσο όρο, στο Βόρειο ημισφαίριο η χαμηλότερη θερμοκρασία της επιφανείας του εδάφους συμβαίνει την 30η Ιανουαρίου.

Παράδειγμα υπολογισμού: Η μέση ετήσια θερμοκρασία της επιφανείας του εδάφους στην Αθήνα είναι 18 (^oC) και το πλάτος της ετήσιας διακύμανσής της είναι 10 (°C). Να υπολογισθεί η θερμοκρασία του εδάφους σε βάθος 2 m και 3 m, την 21η Μαρτίου και την 21η Αυγούστου, θεωρώντας ότι το έδαφος έχει συντελεστή θερμικής διάχυσης ίσο με 6,96 × 10-7 ($m^2.s^{-1}$).

Απάντηση: Η 21η Μαρτίου είναι η 80η ημέρα του έτους και η 21η Αυγούστου η 233η. Επομένως η παράμετρος t της εξισώσεως 5.1 ισούται με 80, για την πρώτη ημερομηνία και με 233 για τη δεύτερη. Το επόμενο βήμα είναι να εκφρασθεί ο συντελεστής θερμικής διάχυσης σε μονάδες συμβατές με αυτές της εξισώσεως 5.1:

$$\alpha = 6{,}96 \times 10^{-7}\ (m^2.s^{-1}) = 6{,}96 \times 10^{-7} \times 86\,400\ m^2.\text{ημέρα}^{-1} = 0{,}06\ (m^2.\text{ημέρα}^{-1})$$

Αντικαθιστώντας τις τιμές αυτές στην εξίσωση 5.1, προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

T (2 m, 21 Μαρτίου) = 13,3 (°C), T (3 m, 21 Μαρτίου) = 14,9 (°C)

T (2 m, 21 Αυγούστου) = 22,3 (°C), T (3 m, 21 Αυγούστου) = 20,3 (°C).

6. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΝΕΡΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου θεωρείται ίση με την θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 0,5 m, που υπολογίζεται βάσει της μέσης θερμοκρασίας αέρα που δίνεται στον πίνακα 3.1 και την σχέση 5.1. Επίσης η μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου θεωρείται ίση με την μέση ετήσια θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα της εκάστοτε περιοχής. Στο πρότυπο ΕΛΟΤ 1291, δίνονται τυπικές τιμές για την μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου, για ορισμένες ελληνικές περιοχές, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1. *Μέση θερμοκρασία δικτύου νερού (^oC) σύμφωνα με ΕΛΟΤ 1291[24].*

Περιοχή/μήνας	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Αθήνα	11,3	10,9	11,8	14,3	17,7	21,6	24,7	25,7	24,2	21,1	16,9	13,5
Αλίαρτος	10,2	9,9	10,8	13,9	17,6	21,7	25,1	25,8	24,2	21,0	16,5	13,0
Άραξος	12,8	12,3	12,9	14,8	17,6	21,5	24,4	25,6	25,0	22,3	18,2	15,0
Ηράκλειο	14,7	14,2	14,8	17,2	20,6	24,5	27,3	28,2	27,2	24,7	20,9	17,2
Θεσσαλονίκη	8,2	7,9	9,2	12,8	16,8	20,2	21,5	22,8	22,1	19,4	15,7	11,0
Ιεράπετρα	15,4	14,7	15,3	17,5	21,2	25,1	27,7	28,7	27,4	24,8	21,2	17,7
Ιωάννινα	6,2	6,4	8,0	10,9	14,1	18,0	21,5	23,2	21,6	17,9	13,1	8,9
Καλαμάτα	12,5	12,2	12,9	15,1	18,3	21,8	24,7	25,7	24,9	21,9	18,0	14,4
Κέρκυρα	11,3	11,1	12,0	14,2	17,7	20,5	22,6	23,6	22,7	20,3	16,9	13,3
Κόρινθος	13,1	12,7	13,4	15,8	19,1	23,0	26,0	27,0	26,0	22,9	18,9	15,5
Λαμία	11,3	11,0	11,5	14,0	16,5	19,3	21,8	22,8	22,0	20,0	16,5	13,4
Λάρισα	10,0	9,4	10,8	14,1	16,7	20,2	22,7	24,7	23,8	21,2	16,7	14,0
Λήμνος	10,3	9,2	10,0	13,6	17,7	22,7	25,9	26,2	24,8	21,4	16,6	13,0
Μυτιλήνη	13,2	12,7	13,1	15,0	18,3	22,0	24,6	25,4	24,4	21,9	18,4	15,3
Νάξος	12,5	12,2	12,9	15,1	18,3	21,8	24,7	25,7	24,9	21,9	18,0	14,4
Ρόδος	13,5	12,9	13,4	16,0	19,3	22,7	25,4	26,0	25,1	22,4	18,4	15,2
Σέρρες	8,3	8,4	9,7	12,8	16,6	20,4	22,8	23,8	22,6	19,7	15,3	11,0
Τυμπάκιο	14,7	14,2	14,8	17,2	20,6	24,5	27,3	28,2	27,2	24,7	20,9	17,2
Χανιά	14,2	13,4	13,7	15,4	17,8	20,9	23,0	24,1	23,6	21,7	19,0	16,1
Χίος	14,1	12,6	13,4	15,2	17,4	20,1	22,7	23,8	23,3	21,4	18,1	15,2

Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων θερμικών φορτίων για ζεστό νερό χρήσης, στα πλαίσια του ΚΕΝΑΚ και της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, χρησιμοποιούνται οι τιμές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας νερού δικτύου, που δίνονται στον πίνακα 6.2. για κάθε κλιματική ζώνη που ανήκει η εκάστοτε περιοχή. Περιοχές με υψόμετρο άνω των 500 μέτρων κατατάσσονται στην αμέσως ψυχρότερη κλιματική ζώνη. Οι περιοχές της ορεινής Αρκαδίας, που έχουν ενταχθεί στη ζώνη Γ, καθώς και όλες οι περιοχές της ζώνης Δ διατηρούν τα χαρακτηριστικά της ζώνης στην οποία ευρίσκονται, ανεξαρτήτως υψομέτρου. Οι τιμές του πίνακα 6.2 χρησιμοποιούνται και στην διαστασιολόγηση (σχεδιασμό) των συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

Πίνακας 6.2. *Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου για τις διάφορες κλιματικές ζώνες.*

Κλιματική Ζώνη	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Α	13,0	12,8	13,8	16,3	19,9	23,8	26,2	26,6	24,9	21,7	18,1	14,8
Β	10,4	10,4	11,7	14,8	18,9	23,1	25,6	25,8	23,5	19,7	15,5	12,2
Γ	6,5	7,3	9,4	13,2	17,6	21,9	24,3	24,6	22,0	17,7	12,7	8,6
Δ	4,2	5,0	7,5	11,5	15,7	19,8	22,2	22,7	20,2	15,9	10,8	6,6

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΩΝ ΜΗΝΩΝ ΧΕΙΜΩΝΑ – ΘΕΡΟΥΣ

Τα δεδομένα του πίνακα Α.1. προέρχονται από πίνακες κλιματικών στοιχείων της Ε.Μ.Υ. που αναφέρονται στα πιο πρόσφατα επεξεργασμένα στοιχεία για κάθε Μετεωρολογικό σταθμό. Αυτό σημαίνει ότι τα στοιχεία δεν αφορούν την ίδια περίοδο για όλους τους σταθμούς, ωστόσο τα επεξεργασμένα στοιχεία στις περισσότερες περιπτώσεις είναι τουλάχιστον μιας εικοσαετίας. Η Περίοδος Αναφοράς (διάρκεια μετρήσεων) δίνεται στην τελευταία στήλη.

Πίνακας Α.1. *Κλιματικά Στοιχεία των δυσμενέστερων μηνών Χειμώνα - Θέρους*

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΜΗΝΑΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ				ΑΝΕΜΟΙ		ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ		ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
			ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΠΙΚΡ/ΣΑ Δ/νση	ΜΕΣΗ ΕΝΤΑΣΗ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΜΕΣΗ ΝΕΦΩΣΗ		
Αθήνα Ελληνικό	**37° 54’ 23° 45’**	ΙΟΥΛ	15,5	22,9	31,9	42,0	Β	2,7	383,4	1,1	6,3	**1955 - 2001**
		ΑΥΓ	16,0	22,9	31,9	41,9	Β	2,7	359,1	1,1	6,4	
		ΙΑΝ	-2,9	7,0	13,6	22,1	Β	2,4	120,2	4,8	46,0	
		ΦΕΒ	-3,2	7,2	14,2	22,0	Β	2,5	122,7	4,7	39,1	
Αθήνα Ν. Φιλαδέλφεια.	**38° 03’ 23° 40’**	ΙΟΥΛ	14,0	20,9	33,6	45,0	ΒΑ	2,2	378,2	1,2	6,2	**1955 - 2000**
		ΑΥΓ	13,8	20,8	33,3	43,6	ΒΑ	2,1	359,3	1,1	5,8	
		ΙΑΝ	-5,8	5,2	12,5	21,4	ΒΑ	1,8	120,0	4,8	54,7	
		ΦΕΒ	-5,2	5,4	13,6	25,8	ΒΑ	1,9	126,3	4,6	44,7	
Αγρίνιο	**38° 37’ 21° 23’**	ΙΟΥΛ	11,4	17,6	33,4	42,3	Δ	1,1	368,4	1,4	14,0	**1956 - 2001**
		ΑΥΓ	9,4	17,8	33,7	44,8	Δ	1,1	344,5	1,4	15,8	
		ΙΑΝ	-7,3	3,3	13,6	21,4	Α	1,1	138,1	4,3	113,7	
		ΦΕΒ	-7,8	3,9	14,5	24,5	Α	1,3	133,4	4,4	106,5	
Αγχίαλος	**39° 13’ 22° 48’**	ΙΟΥΛ	11,2	18,8	31,1	46,2	Α	1,9	353,0	1,7	17,2	**1956 - 2001**
		ΑΥΓ	11,0	18,7	30,8	44,0	Α	1,9	334,8	1,6	16,6	
		ΙΑΝ	-9,8	2,8	11,1	24,0	ΒΔ	1,9	118,8	4,8	47,4	
		ΦΕΒ	-7,6	3,5	12,3	26,0	Δ	1,9	118,2	4,8	46,0	
Αλεξ/πολη	**40° 51’ 25° 56’**	ΙΟΥΛ	9,0	17,7	30,3	39,8	ΒΑ	2,3	345,4	1,9	19,4	**1951 - 2001**
		ΑΥΓ	6,5	17,6	30,5	39,8	ΒΑ	2,3	331,8	1,7	12,6	
		ΙΑΝ	-13,2	1,3	8,6	17,8	ΒΑ	2,5	105,9	5,1	59,8	
		ΦΕΒ	-14,0	1,8	9,8	22,4	ΒΑ	2,5	113,6	4,9	55,7	
Ανδραβίδα	**37ο 55’ 21° 17’**	ΙΟΥΛ	11,2	17,8	30,4	38,8	ΒΔ	1,6	394,6	0,9	4,4	**1959 - 2001**
		ΑΥΓ	12,6	18,4	31,1	39,8	ΒΔ	1,6	364,3	1,0	7,6	
		ΙΑΝ	-5,0	5,1	14,0	20,8	Β	1,6	131,4	4,5	112,0	
		ΦΕΒ	-5,0	5,4	14,4	24,6	Β	1,8	130,1	4,5	87,4	

Άργος Πυργέλα	37ο 36’ 22° 47’	ΙΟΥΛ	9,4	16,5	33,8	45,0	Β	1,5	349,5	1,7	10,6	1980 - 2001
		ΑΥΓ	9,8	16,7	33,5	43,0	Β	1,5	327,5	1,7	14,0	
		ΙΑΝ	-5,4	2,9	14,5	27,0	Β	1,3	135,6	4,4	69,9	
		ΦΕΒ	-6,0	2,9	14,8	24,4	Β	1,4	126,6	4,6	54,6	
Αργοστόλι	38° 11’ 20° 29’	ΙΟΥΛ	12,4	20,3	28,8	40,6	ΒΔ	2,1	400,8	0,8	4,6	1970 - 2001
		ΑΥΓ	12,4	21,1	29,5	40,0	ΒΔ	2,0	364,7	1,0	9,4	
		ΙΑΝ	0,2	8,4	14,3	19,6	Β	2,1	134,9	4,4	105,6	
		ΦΕΒ	0,6	8,4	14,3	23,4	ΝΑ	2,2	133,7	4,4	106,8	
Άρτα	39° 10’ 21° 00’	ΙΟΥΛ	11,0	17,4	31,4	39,6	ΝΔ	1,1	380,9	1,2	11,9	1976 - 2001
		ΑΥΓ	9,6	17,9	31,8	40,4	Δ	1,1	355,7	1,2	13,8	
		ΙΑΝ	-7,0	3,3	13,8	20,8	Β	0,9	144,8	4,1	113,6	
		ΦΕΒ	-7,8	4,0	14,5	24,8	Β	1,0	140,4	4,2	122,5	
Ηράκλειο	35° 20’ 25° 11’	ΙΟΥΛ	12,5	21,7	28,8	43,6	ΒΔ	2,9	405,1	0,6	0,9	1955 - 2001
		ΑΥΓ	16,6	21,9	28,6	42,0	ΒΔ	2,9	376,3	0,7	0,6	
		ΙΑΝ	0,2	9,1	15,2	24,8	Ν	2,9	107,5	5,2	90,7	
		ΦΕΒ	0,2	9,0	15,5	29,2	Ν	3,0	112,9	5,0	67,1	
Θεσσαλονίκη (Μίκρα)	40° 31’ 22° 58’	ΙΟΥΛ	9,6	18,8	31,6	42,6	ΒΔ	2,3	327,7	2,2	36,2	1959 - 2001
		ΑΥΓ	8,2	18,6	31,3	40,4	Ν	2,0	310,3	2,1	37,4	
		ΙΑΝ	-14,0	1,4	9,3	20,8	ΒΔ	1,8	120,9	4,7	22,7	
		ΦΕΒ	-12,8	2,3	11,0	23,2	ΒΔ	1,9	121,1	4,7	19,0	
Ιωάννινα	39° 42’ 20° 49’	ΙΟΥΛ	7,4	15,0	30,9	42,4	Δ	1,1	337,2	2,0	30,4	1956 - 2001
		ΑΥΓ	7,0	15,1	31,0	40,5	ΒΔ	1,0	319,8	1,9	30,6	
		ΙΑΝ	-13,0	0,2	10,0	20,0	ΝΑ	0,9	125,6	4,6	118,7	
		ΦΕΒ	-10,2	1,0	11,4	23,6	ΝΑ	1,1	121,6	4,7	110,4	
Καλαμάτα	37° 04’ 22° 00’	ΙΟΥΛ	12,0	18,2	31,2	43,6	Ν	2,0	387,1	1,0	4,8	1956 - 2001
		ΑΥΓ	12,4	18,5	31,4	42,0	Ν	2,0	358,0	1,1	11,0	
		ΙΑΝ	-5,0	5,6	15,2	23,0	Β	1,9	132,4	4,5	109,2	
		ΦΕΒ	-4,4	5,7	15,5	23,8	Β	1,9	130,7	4,5	95,6	
Καστοριά	400 27’ 210 17’	ΙΟΥΛ	8,4	14,4	29,7	41,6	ΒΔ	1,5	327,5	2,2	26,2	1980 - 2001
		ΑΥΓ	3,6	14,3	29,6	39,0	ΒΔ	1,2	305,0	2,2	30,8	
		ΙΑΝ	-22,4	-1,9	6,8	17,6	ΒΔ	0,9	135,7	4,3	36,8	
		ΦΕΒ	-15,8	-1,3	8,1	20,2	ΒΔ	1,1	128,5	4,5	48,1	
Κέρκυρα	39° 37’ 19° 55’	ΙΟΥΛ	10,0	18,6	31,0	42,4	ΒΔ	1,5	381,9	1,2	8,7	1955 - 2001
		ΑΥΓ	11,3	19,1	31,4	40,7	ΒΔ	1,4	345,9	1,4	18,2	
		ΙΑΝ	-4,5	5,2	13,9	20,5	ΝΑ	1,6	129,4	4,5	134,6	
		ΦΕΒ	-4,6	5,7	14,3	23,0	ΝΑ	1,8	125,4	4,6	122,9	

Κόρινθος (Βέλο)		ΙΟΥΛ	12,4	18,9	32,9	45,0	ΒΑ	1,7	372,5	1,3	4,4	**1987 - 2001**
	37° 58’	ΑΥΓ	12,8	19,2	32,7	39,0	ΒΑ	1,6	348,8	1,3	14,7	
	22° 45’	ΙΑΝ	-3,4	5,1	13,3	23,0	ΒΑ	1,9	142,6	4,2	79,5	
		ΦΕΒ	-3,2	4,8	14,0	22,2	ΒΑ	1,9	141,3	4,2	49,3	
Λαμία		ΙΟΥΛ	12,6	19,6	32,5	46,5	Α	1,9	341,0	1,9	19,4	**1970 - 2001**
	38° 51’	ΑΥΓ	12,8	19,1	31,7	43,8	Α	1,9	318,7	1,9	25,4	
	22° 24’	ΙΑΝ	-6,2	3,4	11,6	25,0	ΒΔ	2,2	122,9	4,7	62,6	
		ΦΕΒ	-6,6	3,9	12,8	26,3	ΒΔ	2,0	118,5	4,8	64,7	
Λάρισα		ΙΟΥΛ	11,0	17,8	33,2	45,4	Α	1,6	337,1	2,0	18,7	**1955 - 2001**
	39° 39’	ΑΥΓ	10,0	17,4	32,7	45,0	Α	1,5	319,7	1,9	15,7	
	22° 27’	ΙΑΝ	-21,6	0,7	9,8	22,8	Β	0,8	114,6	4,9	32,7	
		ΦΕΒ	-10,5	1,3	12,1	25,2	Α	1,1	121,7	4,7	33,4	
Νάξος		ΙΟΥΛ	14,8	21,8	26,9	37,4	Β	3,8	414,8	0,5	0,6	**1955 - 2001**
	37° 06’	ΑΥΓ	13,6	22,0	26,7	36,6	Β	4,0	389,1	0,5	1,8	
	25° 23’	ΙΑΝ	0,4	9,5	14,4	22,2	Β	4,1	121,0	4,8	66,9	
		ΦΕΒ	-1,0	9,4	14,6	24,6	Β	4,2	123,2	4,7	52,1	
Πύργος		ΙΟΥΛ	10,4	17,1	31,9	42,4	ΒΔ	1,5	399,6	0,8	3,8	**1975 - 2001**
	37° 40’	ΑΥΓ	12,2	17,5	32,1	41,0	ΒΔ	1,4	369,2	0,9	12,9	
	21° 18’	ΙΑΝ	-5,8	4,9	14,7	21,2	ΒΔ	1,4	143,0	4,2	129,9	
		ΦΕΒ	-5,4	5,1	15,1	25,0	ΒΔ	1,6	137,7	4,3	112,5	
Ρόδος		ΙΟΥΛ	14,6	22,4	30,5	40,0	Δ	3,7	424,1	0,3	0,3	**1955 - 2001**
	36° 24’	ΑΥΓ	17,0	22,9	30,7	42,0	Δ	3,6	398,5	0,3	0,2	
	280 07’	ΙΑΝ	-4,0	9,0	15,1	22,0	ΒΔ	2,4	140,8	4,3	152,3	
		ΦΕΒ	-2,2	8,9	15,2	22,0	ΒΔ	2,6	142,3	4,2	105,1	
Σάμος		ΙΟΥΛ	13,6	22,4	32,7	43,0	Β	3,8	427,4	0,3	0,4	**1978 - 2001**
	37° 42’	ΑΥΓ	16,0	22,4	32,5	40,0	Β	3,7	400,4	0,3	0,6	
	26° 55’	ΙΑΝ	-2,4	7,0	13,4	20,0	Β	3,2	143,0	4,2	126,2	
		ΦΕΒ	-3,4	6,6	13,4	20,4	Β	3,3	141,4	4,2	103,7	
Σέρρες		ΙΟΥΛ	11,4	17	32,4	43,8	Δ	1,2	323,2	2,3	28,5	**1971 - 2001**
	41° 05’	ΑΥΓ	10,6	17,9	31,8	42,0	Δ	1,0	300,5	2,3	27,3	
	23° 34’	ΙΑΝ	-17,6	-0,1	8,1	17,6	Δ	0,6	127,6	4,5	32,5	
		ΦΕΒ	-12,6	1,4	10,8	22,2	Α	0,8	128,1	4,5	40,4	
Σητεία		ΙΟΥΛ	13,8	22,4	28,6	40,6	ΒΔ	3,2	410,2	0,5	0,2	**1060 - 2001**
	35° 12’	ΑΥΓ	15,2	22,5	28,5	39,6	ΒΔ	3,1	376,1	0,7	0,9	
	26° 06’	ΙΑΝ	1,0	9,5	15,2	23,8	ΒΔ	2,5	130,6	4,6	90,8	
		ΦΕΒ	0,5	9,4	15,4	26,6	ΒΔ	2,7	135,5	4,4	67,4	

Σκύρος	**38° 54’**	ΙΟΥΛ	14,7	21,5	27,8	42,6	Β	2,9	397,0	0,9	5,6	**1955 - 2001**
		ΑΥΓ	13,9	21,5	27,4	37,0	Β	3,0	371,0	0,9	9,2	
	24° 33’	ΙΑΝ	-3,6	7,4	12,3	22,2	ΒΑ	3,6	96,8	5,4	71,5	
		ΦΕΒ	-3,2	7,5	12,7	22,8	ΒΑ	3,6	107,3	5,1	53,3	
Σούδα	**35° 33’**	ΙΟΥΛ	13,0	20,9	30,5	44,5	ΒΔ	2,4	405,6	0,6	1,0	**1958 - 2001**
		ΑΥΓ	14,5	20,9	30,2	41,4	ΒΔ	2,2	376,6	0,7	1,0	
	24° 07’	ΙΑΝ	0,0	7,8	14,3	26,0	Δ	2,4	103,4	5,3	137,1	
		ΦΕΒ	0,0	7,7	14,7	30,0	Δ	2,5	109,0	5,1	102,9	
Τανάγρα	**38° 19’**	ΙΟΥΛ	11,0	18,3	32,0	46,0	Β	2,3	378,9	1,2	8,1	**1957 - 2001**
		ΑΥΓ	10,5	18,3	31,6	43,7	Β	2,2	359,7	1,1	10,1	
	23° 33’	ΙΑΝ	-10,4	3,3	11,7	23,4	ΒΔ	2,0	108,5	5,1	65,7	
		ΦΕΒ	-16,6	3,4	12,7	26,0	ΒΔ	2,1	115,0	4,9	48,0	
Τρίκαλα Ημαθίας	**40° 36’**	ΙΟΥΛ	7,0	18,0	31,4	40,4	ΝΑ	1,3	361,8	1,6	13,1	**1980 - 2001**
		ΑΥΓ	8,0	17,6	31,2	39,6	ΝΑ	1,1	336,7	1,6	19,3	
	22° 33’	ΙΑΝ	-16,0	0,7	9,1	21,6	ΒΔ	0,9	142,8	4,1	44,0	
		ΦΕΒ	-10,4	1,4	11,1	23,4	ΒΔ	1,1	139,4	4,2	46,8	
Τυμπάκι	**35° 00’**	ΙΟΥΛ	12,4	20,4	31,7	44,4	Β	2,8	415,2	0,4	0,1	**1959 - 2001**
		ΑΥΓ	14,8	20,5	31,8	41,0	Β	2,8	386,1	0,5	0,6	
	24° 46’	ΙΑΝ	0,0	7,5	15,9	23,5	Δ	2,2	146,2	4,2	95,0	
		ΦΕΒ	-0,2	7,4	15,9	26,0	Δ	2,3	146,9	4,1	67,3	
Χρυσούπολ η	**40° 54’**	ΙΟΥΛ	11,2	19,1	30,0	39,0	ΝΔ	1,4	339,8	2,0	14,3	**1984 - 2001**
		ΑΥΓ	11,0	18,7	30,1	38,0	ΝΔ	1,4	331,9	1,7	13,9	
	24° 36’	ΙΑΝ	-8,0	1,6	9,6	22,0	ΒΑ	1,7	135,1	4,3	32,0	
		ΦΕΒ	-11,0	1,9	10,3	20,0	Α	1,8	139,2	4,2	45,8	

Συντεταγμένες: Αναφέρονται το Γεωγραφικό Πλάτος και το Γεωγραφικό Μήκος σε μοίρες.

Μήνας: Οι μήνες για τους οποίους αναγράφονται στοιχεία. Ο Ιούλιος και ο Αύγουστος για τη θερινή περίοδο και ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος για τη χειμερινή περίοδο.

Μέση Μέγιστη είναι ο μέσος όρος των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για κάθε μήνα.

Μέση Ελάχιστη ο μέσος όρος των ημερήσιων ελάχιστων θερμοκρασιών για κάθε μήνα.

Απολύτως (μηνιαία) Μέγιστη θερμοκρασία είναι η μεγαλύτερη τιμή θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια του μήνα.

Απολύτως (μηνιαία) Ελάχιστη θερμοκρασία είναι η μικρότερη τιμή θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια του μήνα. Οι απολύτως μέγιστες/ελάχιστες θερμοκρασίες χρησιμοποιήθηκαν ελλείψει των μέσων μηνιαίων απολύτως μέγιστων/ελάχιστων τιμών και γι’ αυτό οι τιμές τους σε κάποιες περιπτώσεις είναι αρκετά υψηλές/χαμηλές. Όλες οι θερμοκρασίες δίνονται σε ^{0}C

Επικρατούσα Διεύθυνση ανέμων βάσει των δεδομένων της Ε.Μ.Υ. για κάθε σταθμό

Μέση Ένταση ανέμων (σε μποφόρ)

Ηλιοφάνεια σε ώρες/μήνα υπολογισμένη βάσει της εμπειρικής σχέσης 3.8 της παρούσας.

Μέση Νέφωση σε όγδοα

Ύψος Υετού ανά μήνα σε mm.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕ ΝΟΤΙΟ ΚΑΙ ΤΥΧΑΙΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΓΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Στους πίνακες του παραρτήματος Β δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ακτινοβολίας για κεκλιμένες επιφάνειες 90° και 45° και για διάφορους προσανατολισμούς. Οι τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας των πινάκων προέρχονται υπολογισμούς για τις συγκεκριμένες ελληνικές περιοχές αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια και για περιοχές του ίδιου νομού και διαφορετικού υψομέτρου.

ΑΘΗΝΑ- ΕΛΛΗΝΙΚΟ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	63	19	21	43	75	95	23	30	58	89	104
ΦΕΒ	79	24	28	49	73	88	30	42	69	95	108
ΜΑΡ	118	37	48	71	89	95	52	75	103	126	135
ΑΠΡ	154	49	65	86	93	89	94	108	131	146	151
ΜΙΑ	195	69	92	111	105	88	143	151	168	174	171
ΙΟΥΝ	214	78	102	119	107	85	165	169	182	183	178
ΙΟΥΛ	222	78	105	125	114	92	167	173	191	194	189
ΑΥΓ	203	64	91	119	119	103	132	148	177	190	190
ΣΕΠΤ	153	43	60	91	108	110	73	98	133	158	167
ΟΚΤ	109	31	37	65	95	113	37	58	94	128	144
ΝΟΕ	71	20	23	48	82	103	25	33	65	98	114
ΔΕΚ	56	17	18	40	73	94	20	25	53	83	98

ΑΘΗΝΑ – ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ : Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	63	19	21	43	75	95	23	30	59	90	105
ΦΕΒ	78	24	28	49	73	88	30	42	68	94	106
ΜΑΡ	119	37	48	71	89	95	52	75	104	127	136
ΑΠΡ	153	49	65	86	93	89	93	107	130	145	149
ΜΙΑ	190	69	92	111	105	88	139	147	164	169	167
ΙΟΥΝ	207	78	102	119	107	85	161	164	177	178	173
ΙΟΥΛ	214	78	105	125	114	92	161	168	184	187	183
ΑΥΓ	199	64	91	119	119	103	129	145	173	186	186
ΣΕΠΤ	156	43	60	91	108	110	73	100	136	162	171
ΟΚΤ	111	31	37	65	95	113	37	59	96	131	147
ΝΟΕ	68	20	23	48	82	103	24	33	63	94	109
ΔΕΚ	54	17	18	40	73	94	20	25	51	81	96

ΑΓΡΙΝΙΟ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	63	19	21	44	78	99	23	29	59	91	107
ΦΕΒ	78	24	27	49	74	89	29	42	69	96	108
ΜΑΡ	119	37	48	73	92	99	51	75	105	129	138
ΑΠΡ	148	50	67	88	93	87	92	106	129	143	145
ΜΙΑ	190	68	89	108	103	87	138	146	164	169	167
ΙΟΥΝ	214	78	102	119	108	86	165	169	183	184	179
ΙΟΥΛ	224	78	105	126	116	94	167	174	192	196	191
ΑΥΓ	200	63	90	118	118	103	129	146	175	188	189
ΣΕΠΤ	151	43	60	90	108	110	71	97	132	157	167
ΟΚΤ	110	31	37	66	98	117	37	58	95	130	147
ΝΟΕ	70	20	23	48	83	104	24	33	65	98	115
ΔΕΚ	55	16	18	40	74	96	20	24	52	84	100

ΑΓΧΙΑΛΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	61	18	20	43	77	98	22	28	57	89	105
ΦΕΒ	74	23	26	46	70	85	28	40	66	91	103
ΜΑΡ	112	36	46	69	86	93	49	71	99	121	130
ΑΠΡ	149	50	67	89	94	88	91	107	130	144	147
ΜΙΑ	190	68	89	108	103	88	137	146	163	170	168
ΙΟΥΝ	213	78	101	118	108	87	163	167	181	183	179
ΙΟΥΛ	217	77	102	122	113	93	162	169	186	191	187
ΑΥΓ	195	63	88	115	116	102	126	142	170	184	185
ΣΕΠΤ	147	42	58	88	105	108	69	94	128	153	162
ΟΚΤ	99	29	34	60	88	104	36	53	86	116	131
ΝΟΕ	63	19	21	43	74	94	23	30	58	88	103
ΔΕΚ	51	15	17	38	70	90	19	23	49	79	94

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	51	16	18	36	65	83	20	24	48	74	88
ΦΕΒ	69	21	25	44	68	82	27	37	61	86	98
ΜΑΡ	107	34	44	66	84	92	45	67	95	117	126
ΑΠΡ	142	48	64	85	91	87	86	101	124	138	141
ΜΙΑ	183	66	86	104	101	88	131	140	158	165	164
ΙΟΥΝ	206	76	97	115	106	88	156	161	176	179	175
ΙΟΥΛ	212	75	99	119	112	94	155	163	182	187	184
ΑΥΓ	192	62	87	114	117	105	122	139	168	183	185
ΣΕΠΤ	144	41	57	87	106	110	64	91	126	153	162
ΟΚΤ	99	28	34	62	93	111	34	52	87	121	136
ΝΟΕ	58	17	20	41	72	91	21	27	54	83	98
ΔΕΚ	44	13	15	33	62	80	17	20	42	69	82

ΑΛΙΑΡΤΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	51	17	18	34	58	73	21	26	47	70	81
ΦΕΒ	70	22	25	43	64	77	28	39	62	83	94
ΜΑΡ	114	36	46	69	86	93	51	72	100	122	131
ΑΠΡ	158	51	71	94	99	92	96	113	138	152	155
ΜΙΑ	206	71	96	117	111	92	149	158	178	184	181
ΙΟΥΝ	216	78	103	120	108	86	166	170	184	185	180
ΙΟΥΛ	220	78	103	124	114	92	165	171	189	192	188
ΑΥΓ	204	64	92	120	120	105	132	149	178	191	192
ΣΕΠΤ	153	43	61	91	109	111	72	98	133	159	168
ΟΚΤ	102	30	35	61	89	106	36	55	88	119	134
ΝΟΕ	66	20	22	45	76	96	24	32	61	91	106
ΔΕΚ	49	15	17	35	63	81	19	23	46	72	85

ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	68	20	22	47	83	106	24	31	64	98	115
ΦΕΒ	83	25	29	52	78	94	30	44	73	101	115
ΜΑΡ	128	38	51	79	98	105	54	80	113	139	149
ΑΠΡ	159	49	67	89	97	92	96	111	136	151	156
ΜΙΑ	200	70	94	114	107	89	146	154	172	178	175
ΙΟΥΝ	221	80	105	122	110	87	170	174	188	189	183
ΙΟΥΛ	228	79	107	128	117	93	171	178	196	199	194
ΑΥΓ	206	64	92	121	120	104	133	150	179	192	192
ΣΕΠΤ	156	43	62	93	110	112	74	100	136	162	171
ΟΚΤ	116	31	38	69	102	122	38	61	100	136	154
ΝΟΕ	75	21	24	51	88	111	25	35	69	105	123
ΔΕΚ	60	17	19	43	80	103	21	26	57	91	108

ΑΡΑΞΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	63	19	21	43	75	95	23	30	58	89	104
ΦΕΒ	79	24	28	49	73	88	30	42	69	95	107
ΜΑΡ	120	37	48	73	91	98	52	76	105	129	138
ΑΠΡ	156	49	65	87	94	90	94	108	132	148	152
ΜΙΑ	196	69	92	111	105	88	143	151	169	174	172
ΙΟΥΝ	211	77	100	117	106	84	163	167	180	181	176
ΙΟΥΛ	218	77	103	122	112	91	163	170	187	190	186
ΑΥΓ	198	63	89	116	116	101	129	145	172	185	185
ΣΕΠΤ	152	43	60	91	108	110	72	98	133	158	167
ΟΚΤ	110	31	37	66	97	116	37	59	96	130	146
ΝΟΕ	69	20	23	47	80	101	25	33	64	96	112
ΔΕΚ	55	16	18	39	72	92	20	25	52	82	97

ΑΡΓΟΣ (ΠΥΡΓΕΛΑ): Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	69	20	23	47	82	105	24	32	64	98	114
ΦΕΒ	84	25	29	51	77	93	30	44	73	101	114
ΜΑΡ	128	38	51	78	97	104	55	80	112	137	147
ΑΠΡ	160	49	67	89	96	91	97	111	136	151	156
ΜΙΑ	203	71	95	115	108	90	148	156	174	180	177
ΙΟΥΝ	221	80	105	122	109	86	171	175	188	188	183
ΙΟΥΛ	229	80	108	128	117	93	172	179	196	199	194
ΑΥΓ	206	65	93	122	120	104	134	151	180	193	193
ΣΕΠΤ	157	44	62	93	111	112	75	101	137	163	172
ΟΚΤ	115	32	38	69	101	120	38	61	100	136	153
ΝΟΕ	75	21	24	51	86	109	25	35	69	104	121
ΔΕΚ	59	17	19	42	77	100	21	26	56	89	105

ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	65	19	22	45	79	100	23	30	60	93	109
ΦΕΒ	80	24	28	49	75	90	30	43	70	97	110
ΜΑΡ	125	38	50	76	96	103	53	78	110	135	145
ΑΠΡ	157	49	66	88	96	91	95	109	134	149	154
ΜΙΑ	204	71	95	116	110	91	148	157	176	182	179
ΙΟΥΝ	219	79	104	122	109	87	169	173	187	188	183
ΙΟΥΛ	226	79	106	127	116	93	169	176	194	197	192
ΑΥΓ	203	64	91	120	119	104	132	148	177	190	190
ΣΕΠΤ	156	43	61	93	111	113	73	99	135	162	171
ΟΚΤ	113	31	37	68	99	119	37	59	98	133	150
ΝΟΕ	73	20	24	50	85	107	25	34	67	102	119
ΔΕΚ	56	16	18	40	74	96	20	25	53	85	100

ΑΡΤΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	66	19	21	47	83	106	23	30	62	96	113
ΦΕΒ	80	24	28	50	77	93	29	42	71	99	112
ΜΑΡ	120	37	48	74	93	101	51	75	106	131	140
ΑΠΡ	149	50	67	89	94	88	91	107	130	144	147
ΜΙΑ	190	68	89	108	104	88	138	146	164	170	168
ΙΟΥΝ	211	77	100	117	107	86	162	166	180	182	177
ΙΟΥΛ	218	77	102	123	114	93	162	169	187	191	187
ΑΥΓ	196	63	88	116	117	103	127	143	171	185	186
ΣΕΠΤ	151	42	60	90	108	111	70	96	131	157	167
ΟΚΤ	110	30	37	67	99	119	36	58	96	132	148
ΝΟΕ	70	20	23	48	84	106	24	32	65	99	116
ΔΕΚ	56	16	18	42	78	101	20	24	54	88	104

ΖΑΚΥΝΘΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	**Οριζόντιο επίπεδο**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**
ΙΑΝ	64	19	22	44	76	96	24	30	59	90	105
ΦΕΒ	78	24	27	48	71	86	30	42	68	93	105
ΜΑΡ	110	36	45	66	82	88	51	71	96	116	124
ΑΠΡ	159	49	66	89	96	91	96	110	135	150	155
ΜΙΑ	191	68	90	108	102	86	140	148	164	169	167
ΙΟΥΝ	200	75	96	111	100	81	156	159	171	171	167
ΙΟΥΛ	219	77	103	123	112	90	164	171	187	190	186
ΑΥΓ	204	64	92	120	119	103	133	149	178	190	190
ΣΕΠΤ	154	43	61	92	108	110	73	99	134	159	168
ΟΚΤ	104	30	36	62	90	107	37	57	90	121	136
ΝΟΕ	65	20	22	44	73	92	24	32	60	89	103
ΔΕΚ	53	16	18	37	67	86	20	24	49	78	91

ΗΡΑΚΛΕΙΟ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	**Οριζόντιο επίπεδο**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**
ΙΑΝ	66	20	23	43	71	89	25	33	59	87	101
ΦΕΒ	82	25	29	49	71	84	32	45	71	95	106
ΜΑΡ	125	39	50	75	91	96	59	80	109	131	140
ΑΠΡ	167	51	69	93	98	91	103	117	141	156	160
ΜΙΑ	207	72	98	117	108	87	154	162	178	182	178
ΙΟΥΝ	222	80	106	123	107	82	175	178	190	188	181
ΙΟΥΛ	227	80	108	127	113	88	174	180	194	195	189
ΑΥΓ	207	65	94	121	118	99	138	154	180	191	189
ΣΕΠΤ	163	45	64	96	111	111	81	106	141	166	175
ΟΚΤ	117	33	43	75	103	118	40	67	105	138	152
ΝΟΕ	79	23	26	51	85	106	27	38	71	105	121
ΔΕΚ	61	18	20	42	73	93	23	29	56	86	101

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	**Οριζόντιο επίπεδο**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**
ΙΑΝ	53	16	18	38	67	85	20	25	50	77	91
ΦΕΒ	68	21	24	43	65	79	27	37	60	83	95
ΜΑΡ	103	34	42	63	80	87	45	66	91	112	120
ΑΠΡ	141	48	64	84	90	86	86	100	123	137	140
ΜΙΑ	179	66	84	102	99	86	129	137	154	161	160
ΙΟΥΝ	199	74	95	111	103	85	151	156	170	173	169
ΙΟΥΛ	209	75	98	118	111	93	154	162	180	185	182
ΑΥΓ	185	61	84	109	112	100	118	134	161	175	176
ΣΕΠΤ	137	40	55	82	100	103	63	87	119	143	152
ΟΚΤ	91	27	32	56	83	99	34	49	80	109	123
ΝΟΕ	57	17	19	40	69	87	21	27	53	80	94
ΔΕΚ	45	14	15	34	64	83	17	20	44	71	85

ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	73	22	24	48	80	100	27	36	66	98	113
ΦΕΒ	89	26	31	53	77	93	33	49	77	104	117
ΜΑΡ	137	40	54	82	100	106	62	87	120	145	154
ΑΠΡ	174	52	72	97	102	94	107	122	148	163	167
ΜΙΑ	210	73	99	119	109	87	156	164	181	183	179
ΙΟΥΝ	220	80	106	121	106	80	174	177	188	185	178
ΙΟΥΛ	224	79	106	125	111	86	172	178	192	192	185
ΑΥΓ	205	64	93	119	116	97	138	153	178	188	187
ΣΕΠΤ	165	45	65	97	112	111	82	107	143	167	176
ΟΚΤ	125	34	45	81	110	126	40	71	112	147	162
ΝΟΕ	89	24	28	58	97	122	28	42	81	120	139
ΔΕΚ	69	20	22	47	83	107	24	31	64	99	116

ΙΩΑΝΝΙΝΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	52	16	18	36	63	80	21	25	48	74	86
ΦΕΒ	66	21	24	41	62	75	27	37	59	80	91
ΜΑΡ	105	35	43	64	80	87	47	67	92	113	121
ΑΠΡ	135	47	61	80	85	81	84	97	117	130	133
ΜΙΑ	178	66	84	101	98	85	130	137	154	160	159
ΙΟΥΝ	202	75	96	112	103	85	155	159	172	175	171
ΙΟΥΛ	212	76	100	119	111	92	157	164	182	186	183
ΑΥΓ	190	62	86	113	114	101	122	139	166	180	181
ΣΕΠΤ	137	41	55	82	98	101	65	88	119	142	151
ΟΚΤ	96	28	33	58	86	103	35	52	84	114	128
ΝΟΕ	58	18	20	40	68	85	22	28	53	80	93
ΔΕΚ	45	14	15	33	60	78	18	21	43	68	81

ΚΑΛΑΜΑΤΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	68	20	23	46	80	101	25	32	63	95	111
ΦΕΒ	82	25	29	50	75	90	31	44	72	98	111
ΜΑΡ	126	38	50	76	95	101	56	80	110	135	144
ΑΠΡ	156	49	66	87	94	88	96	110	133	147	151
ΜΙΑ	199	70	93	113	106	87	146	154	171	176	173
ΙΟΥΝ	216	79	103	120	107	84	168	172	184	184	178
ΙΟΥΛ	222	78	105	124	113	90	168	174	190	192	187
ΑΥΓ	201	64	91	118	116	100	132	148	175	187	186
ΣΕΠΤ	155	44	61	92	108	109	75	100	134	159	168
ΟΚΤ	114	32	38	68	98	117	38	61	99	133	149
ΝΟΕ	75	21	25	50	85	107	26	36	69	103	120
ΔΕΚ	59	17	19	42	76	97	21	27	56	87	103

ΚΑΣΤΟΡΙΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	58	17	19	42	75	96	21	26	55	86	101
ΦΕΒ	71	22	25	45	70	85	27	38	64	89	101
ΜΑΡ	111	35	45	69	87	95	47	70	98	121	131
ΑΠΡ	141	48	64	84	90	86	86	101	123	137	140
ΜΙΑ	174	64	82	99	96	84	126	133	150	156	155
ΙΟΥΝ	202	75	96	112	104	86	153	158	172	175	172
ΙΟΥΛ	206	74	97	116	109	92	152	159	177	182	179
ΑΥΓ	186	61	84	110	112	100	119	135	162	176	177
ΣΕΠΤ	139	41	56	83	101	105	64	88	121	145	154
ΟΚΤ	97	28	33	60	89	106	35	51	85	116	131
ΝΟΕ	60	18	20	42	74	93	22	28	56	86	101
ΔΕΚ	48	14	16	36	68	88	18	21	46	75	90

ΚΕΡΚΥΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	58	17	20	41	72	92	21	27	54	84	98
ΦΕΒ	73	23	26	46	70	85	28	39	65	90	102
ΜΑΡ	117	36	47	72	91	98	49	73	103	127	136
ΑΠΡ	150	50	67	89	95	89	91	107	131	145	148
ΜΙΑ	195	69	91	111	107	91	141	149	168	175	174
ΙΟΥΝ	214	78	101	119	108	88	163	167	182	184	180
ΙΟΥΛ	221	78	103	125	116	95	163	171	190	194	190
ΑΥΓ	198	63	89	117	118	105	126	144	173	187	188
ΣΕΠΤ	148	42	59	89	107	111	68	94	129	155	165
ΟΚΤ	103	29	35	63	93	112	36	55	90	123	139
ΝΟΕ	64	19	22	45	78	98	23	30	60	92	107
ΔΕΚ	51	15	17	38	70	91	19	22	49	79	94

ΚΟΜΟΤΗΝΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	50	15	17	36	65	82	19	24	47	74	87
ΦΕΒ	65	21	24	41	63	77	26	35	58	81	91
ΜΑΡ	105	34	43	65	82	90	45	66	93	114	123
ΑΠΡ	145	49	65	87	94	89	87	103	127	142	145
ΜΙΑ	188	67	88	108	104	91	134	143	162	170	169
ΙΟΥΝ	209	76	99	117	108	90	157	163	178	182	178
ΙΟΥΛ	215	76	100	122	114	96	157	165	184	190	188
ΑΥΓ	193	62	87	115	118	106	122	139	169	184	186
ΣΕΠΤ	145	41	58	88	108	112	64	91	127	154	164
ΟΚΤ	99	28	34	62	93	112	34	52	87	121	137
ΝΟΕ	58	17	20	41	73	92	21	27	55	84	99
ΔΕΚ	45	13	15	34	65	85	17	20	44	72	86

ΚΟΝΙΤΣΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	53	16	18	37	66	84	21	25	50	77	90
ΦΕΒ	65	21	24	41	61	74	27	36	58	79	89
ΜΑΡ	112	35	45	69	87	95	48	70	99	122	131
ΑΠΡ	138	48	63	82	88	83	85	99	120	133	136
ΜΙΑ	190	68	89	108	104	90	137	145	164	171	169
ΙΟΥΝ	200	75	95	111	103	85	153	157	171	173	170
ΙΟΥΛ	216	76	101	122	114	94	159	167	185	190	187
ΑΥΓ	194	62	87	115	117	104	124	141	170	184	185
ΣΕΠΤ	141	41	56	85	102	106	65	90	123	148	157
ΟΚΤ	99	29	34	61	90	108	35	53	87	118	133
ΝΟΕ	63	18	21	44	77	98	22	29	59	90	106
ΔΕΚ	50	15	16	38	71	91	18	22	48	79	94

ΚΟΡΙΝΘΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	65	19	22	45	79	100	24	31	61	93	109
ΦΕΒ	83	24	29	51	77	93	30	44	73	101	114
ΜΑΡ	123	38	49	75	94	101	53	78	108	133	142
ΑΠΡ	158	49	66	89	96	91	95	110	134	150	154
ΜΙΑ	202	71	94	115	108	90	147	155	174	179	177
ΙΟΥΝ	218	79	104	121	109	86	168	173	186	187	181
ΙΟΥΛ	223	78	105	125	114	92	167	174	191	194	190
ΑΥΓ	202	64	91	119	118	103	131	148	176	189	189
ΣΕΠΤ	154	43	61	92	109	111	73	99	134	160	169
ΟΚΤ	112	31	37	67	98	117	37	59	97	131	148
ΝΟΕ	72	21	24	49	83	105	25	34	66	100	116
ΔΕΚ	55	16	18	39	72	92	20	25	52	82	97

ΚΥΘΗΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	68	20	23	45	77	97	25	33	62	93	108
ΦΕΒ	81	25	29	49	72	86	31	45	71	95	107
ΜΑΡ	127	39	51	77	94	100	58	81	111	135	144
ΑΠΡ	161	50	67	90	95	90	99	113	137	151	155
ΜΙΑ	210	73	98	119	110	89	155	163	181	185	181
ΙΟΥΝ	220	80	105	122	107	83	172	176	188	186	180
ΙΟΥΛ	223	79	105	125	112	88	170	176	191	192	187
ΑΥΓ	204	64	92	119	117	100	135	151	178	189	188
ΣΕΠΤ	160	44	63	94	110	111	78	104	139	164	173
ΟΚΤ	117	32	43	76	105	120	39	66	106	139	153
ΝΟΕ	78	22	25	52	86	108	27	37	71	105	122
ΔΕΚ	60	18	20	41	74	94	22	28	56	86	101

ΛΑΜΙΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	59	18	20	41	73	92	22	28	55	85	100
ΦΕΒ	73	23	26	45	68	82	29	40	64	89	100
ΜΑΡ	114	36	46	69	87	94	50	72	100	123	131
ΑΠΡ	151	50	68	90	95	89	92	108	131	145	148
ΜΙΑ	189	68	89	107	103	87	137	145	163	169	167
ΙΟΥΝ	210	77	100	117	106	86	161	166	179	181	176
ΙΟΥΛ	214	76	101	120	111	91	160	166	184	187	184
ΑΥΓ	193	62	87	114	115	101	125	141	169	182	182
ΣΕΠΤ	146	42	58	87	104	107	69	93	127	151	160
ΟΚΤ	100	29	35	61	88	105	36	54	87	118	132
ΝΟΕ	65	19	22	45	77	97	24	31	60	91	106
ΔΕΚ	52	16	17	38	70	90	19	23	49	79	94

ΛΑΡΙΣΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	55	17	19	39	68	86	21	26	52	79	93
ΦΕΒ	71	22	26	45	68	82	28	39	63	87	99
ΜΑΡ	112	36	45	69	87	94	48	71	99	121	130
ΑΠΡ	151	50	68	90	96	90	92	107	132	147	150
ΜΙΑ	191	68	90	109	104	89	138	146	165	171	170
ΙΟΥΝ	211	77	100	117	107	87	161	165	180	182	178
ΙΟΥΛ	216	76	101	122	113	93	160	167	185	190	186
ΑΥΓ	194	62	88	115	116	103	125	141	170	183	184
ΣΕΠΤ	146	42	58	88	105	109	67	93	127	153	162
ΟΚΤ	98	29	34	60	87	104	35	53	85	116	130
ΝΟΕ	61	18	21	42	73	92	23	29	57	86	100
ΔΕΚ	48	15	16	35	65	84	18	22	46	73	87

ΛΗΜΝΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	51	16	18	36	62	79	20	25	48	73	85
ΦΕΒ	70	22	25	44	66	80	28	38	62	85	97
ΜΑΡ	112	36	45	69	87	95	48	71	99	122	131
ΑΠΡ	154	51	69	93	99	93	93	109	135	150	153
ΜΙΑ	200	70	93	114	109	93	143	152	172	179	178
ΙΟΥΝ	215	78	102	120	110	89	163	168	184	186	182
ΙΟΥΛ	221	77	103	125	116	95	163	170	189	194	191
ΑΥΓ	199	63	89	118	119	106	126	144	174	188	189
ΣΕΠΤ	151	42	60	91	110	113	68	95	132	159	169
ΟΚΤ	105	29	35	64	96	115	35	55	91	126	142
ΝΟΕ	61	18	21	43	74	93	22	29	57	87	102
ΔΕΚ	46	14	16	34	63	81	18	21	44	71	84

ΜΕΘΩΝΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	62	18	20	45	80	102	22	28	59	92	109
ΦΕΒ	78	23	27	49	76	93	28	41	69	97	111
ΜΑΡ	125	37	49	78	99	107	50	77	111	138	148
ΑΠΡ	155	51	69	93	99	93	93	110	136	151	154
ΜΙΑ	207	71	96	118	113	95	148	157	179	186	184
ΙΟΥΝ	215	78	102	120	109	89	163	168	183	186	182
ΙΟΥΛ	220	77	103	124	115	95	162	170	189	193	190
ΑΥΓ	199	63	89	118	120	106	127	144	174	188	189
ΣΕΠΤ	157	43	61	95	115	118	69	98	137	166	176
ΟΚΤ	116	31	38	72	108	130	36	59	102	141	160
ΝΟΕ	77	20	24	55	99	126	24	33	73	114	135
ΔΕΚ	57	16	18	43	83	108	19	24	55	92	109

ΜΗΛΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	56	18	20	37	61	77	23	29	51	75	86
ΦΕΒ	67	22	25	40	58	69	29	39	58	77	86
ΜΑΡ	120	38	48	72	89	95	55	77	105	127	136
ΑΠΡ	175	52	72	98	105	98	105	121	149	166	170
ΜΙΑ	213	73	100	121	112	91	156	164	183	188	185
ΙΟΥΝ	223	80	106	123	109	85	174	177	190	189	183
ΙΟΥΛ	226	79	107	127	114	90	171	177	194	195	190
ΑΥΓ	205	64	92	120	118	101	135	151	179	190	190
ΣΕΠΤ	164	45	64	97	114	115	78	105	142	169	178
ΟΚΤ	112	32	38	66	95	113	38	61	96	129	145
ΝΟΕ	77	22	25	51	87	109	26	36	70	105	122
ΔΕΚ	52	16	18	36	63	80	21	25	48	74	86

ΜΥΤΙΛΗΝΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	52	17	18	36	62	78	21	26	48	73	85
ΦΕΒ	70	22	25	43	65	78	28	38	62	84	95
ΜΑΡ	113	36	46	69	86	93	50	72	99	122	130
ΑΠΡ	156	51	70	93	99	92	94	111	137	151	154
ΜΙΑ	209	72	97	119	113	95	150	159	180	187	185
ΙΟΥΝ	219	79	104	122	110	88	167	172	187	189	184
ΙΟΥΛ	223	78	104	125	116	94	165	173	191	195	191
ΑΥΓ	201	64	90	119	120	105	129	146	176	189	190
ΣΕΠΤ	156	43	61	94	113	115	71	99	136	164	173
ΟΚΤ	109	30	36	66	98	117	36	57	95	130	147
ΝΟΕ	67	19	22	46	80	101	24	31	62	95	110
ΔΕΚ	50	15	17	36	67	86	19	23	47	76	90

ΝΑΞΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	**Οριζόντιο επίπεδο**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**
ΙΑΝ	60	19	21	40	68	86	24	30	55	82	95
ΦΕΒ	77	24	27	47	69	83	30	42	67	91	103
ΜΑΡ	123	38	49	74	92	98	55	78	107	131	140
ΑΠΡ	161	50	67	90	97	91	98	112	137	152	157
ΜΙΑ	205	71	96	116	109	89	150	158	176	181	178
ΙΟΥΝ	220	80	105	122	109	85	171	175	188	188	182
ΙΟΥΛ	225	79	106	126	114	90	170	176	192	194	189
ΑΥΓ	205	64	92	120	119	102	134	151	178	190	190
ΣΕΠΤ	159	44	63	94	111	113	76	102	138	164	173
ΟΚΤ	116	32	38	69	100	119	38	62	100	135	152
ΝΟΕ	74	21	24	49	83	104	26	35	67	101	117
ΔΕΚ	56	17	19	39	70	89	21	26	52	81	95

ΠΑΡΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	**Οριζόντιο επίπεδο**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**
ΙΑΝ	47	19	21	40	68	85	24	30	55	82	95
ΦΕΒ	67	24	28	49	72	87	30	43	70	95	107
ΜΑΡ	112	38	50	76	94	100	55	79	109	133	143
ΑΠΡ	157	51	70	94	101	95	101	117	143	159	164
ΜΙΑ	205	73	99	120	112	91	154	163	182	187	183
ΙΟΥΝ	215	80	105	122	108	85	171	175	188	187	181
ΙΟΥΛ	219	78	105	125	113	90	169	175	191	193	188
ΑΥΓ	198	64	91	118	117	101	133	149	176	188	188
ΣΕΠΤ	152	44	63	95	112	113	76	103	139	165	174
ΟΚΤ	105	32	39	70	101	120	38	62	101	136	153
ΝΟΕ	62	21	25	50	85	107	26	36	69	103	119
ΔΕΚ	45	17	19	41	73	94	21	26	54	85	100

ΠΑΤΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m^2)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	**Οριζόντιο επίπεδο**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**
ΙΑΝ	55	18	19	37	64	80	22	27	51	76	88
ΦΕΒ	72	23	26	44	66	79	29	40	63	86	97
ΜΑΡ	124	38	49	76	95	102	53	78	109	134	144
ΑΠΡ	147	50	66	87	92	85	92	106	128	141	143
ΜΙΑ	200	70	94	114	108	90	145	154	172	178	176
ΙΟΥΝ	215	78	102	119	107	86	166	170	183	184	179
ΙΟΥΛ	218	77	103	122	112	91	163	170	187	190	186
ΑΥΓ	197	63	89	116	116	101	128	144	172	184	185
ΣΕΠΤ	153	43	61	91	109	111	72	98	133	159	168
ΟΚΤ	107	30	36	64	94	112	37	57	93	125	141
ΝΟΕ	66	20	22	45	75	95	24	32	61	91	105
ΔΕΚ	53	16	18	38	69	88	20	24	50	79	93

ΠΥΡΓΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	68	20	22	47	82	105	24	32	63	97	114
ΦΕΒ	83	25	29	51	77	93	30	44	73	101	114
ΜΑΡ	128	38	51	78	97	104	55	80	112	137	147
ΑΠΡ	158	49	66	88	95	90	96	110	134	149	154
ΜΙΑ	200	70	94	114	107	89	146	154	173	178	175
ΙΟΥΝ	216	78	103	120	107	85	167	171	184	184	179
ΙΟΥΛ	224	78	105	126	115	92	168	175	192	194	190
ΑΥΓ	202	64	91	119	118	102	132	148	176	189	189
ΣΕΠΤ	155	43	61	92	109	111	74	99	135	160	169
ΟΚΤ	116	32	38	69	102	121	38	61	100	136	154
ΝΟΕ	76	21	24	51	88	111	25	35	70	105	123
ΔΕΚ	59	17	19	43	78	100	21	26	56	89	105

ΡΕΘΥΜΝΟ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	62	20	22	40	66	82	25	32	56	81	94
ΦΕΒ	81	25	29	48	70	83	32	45	70	94	105
ΜΑΡ	119	38	48	71	86	91	58	77	104	124	132
ΑΠΡ	164	50	69	91	96	89	102	116	139	153	157
ΜΙΑ	211	73	99	119	110	88	157	164	181	185	181
ΙΟΥΝ	218	79	105	120	105	81	172	175	186	184	177
ΙΟΥΛ	223	79	106	124	111	86	171	177	191	191	185
ΑΥΓ	204	64	92	119	116	97	137	152	177	188	186
ΣΕΠΤ	160	45	63	94	109	109	80	104	139	162	171
ΟΚΤ	106	31	40	67	91	103	39	62	95	122	134
ΝΟΕ	81	23	26	53	87	109	28	39	73	108	125
ΔΕΚ	58	18	20	39	68	86	23	28	53	81	94

ΡΟΔΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	70	21	23	47	80	101	25	33	64	96	112
ΦΕΒ	85	25	29	52	76	92	31	46	74	101	114
ΜΑΡ	131	39	52	79	97	104	58	83	114	139	149
ΑΠΡ	164	50	68	91	97	91	100	115	139	154	159
ΜΙΑ	203	71	95	115	107	87	150	158	175	179	176
ΙΟΥΝ	217	79	104	120	106	82	170	173	185	184	178
ΙΟΥΛ	225	79	106	126	113	89	171	177	193	194	189
ΑΥΓ	204	64	92	120	117	100	135	151	178	189	188
ΣΕΠΤ	159	44	63	94	110	110	78	103	138	163	171
ΟΚΤ	120	33	44	79	109	125	39	67	109	144	159
ΝΟΕ	79	22	26	53	88	111	27	37	72	108	125
ΔΕΚ	61	18	20	43	76	98	22	28	57	89	105

ΣΑΜΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	65	19	22	44	77	98	24	31	60	91	107
ΦΕΒ	82	24	28	51	76	92	30	44	72	99	112
ΜΑΡ	127	38	50	77	96	103	54	79	111	136	146
ΑΠΡ	163	50	68	91	98	93	98	113	138	154	159
ΜΙΑ	207	72	97	118	110	91	150	159	178	184	181
ΙΟΥΝ	225	81	107	125	111	87	174	178	192	192	186
ΙΟΥΛ	231	80	108	129	118	94	173	180	198	200	195
ΑΥΓ	210	65	94	124	123	106	136	153	183	196	196
ΣΕΠΤ	164	44	64	98	116	118	76	104	143	170	180
ΟΚΤ	121	32	39	72	106	127	38	63	104	143	161
ΝΟΕ	79	21	25	54	92	117	26	36	73	111	129
ΔΕΚ	58	17	19	42	77	99	21	26	55	88	104

ΣΕΡΡΕΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	51	16	18	37	66	84	20	24	48	75	88
ΦΕΒ	68	21	24	43	67	82	27	36	61	85	97
ΜΑΡ	106	34	43	65	83	91	45	67	93	115	124
ΑΠΡ	141	48	64	84	91	87	85	100	123	137	141
ΜΙΑ	181	66	85	103	100	88	130	138	156	163	162
ΙΟΥΝ	203	75	96	113	105	88	153	158	173	177	173
ΙΟΥΛ	210	75	98	118	112	94	154	161	180	186	183
ΑΥΓ	188	61	85	112	114	103	119	136	164	179	180
ΣΕΠΤ	141	41	56	85	104	108	63	89	123	149	159
ΟΚΤ	95	28	33	59	88	105	34	50	83	114	129
ΝΟΕ	57	17	19	40	70	89	21	27	53	82	96
ΔΕΚ	44	13	15	33	63	81	17	19	42	69	82

ΣΗΤΕΙΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	67	21	23	43	72	90	26	33	60	88	102
ΦΕΒ	83	25	29	49	72	85	32	46	72	96	108
ΜΑΡ	128	39	51	77	93	99	60	83	112	135	144
ΑΠΡ	165	51	69	92	97	90	103	117	140	154	158
ΜΙΑ	207	72	98	117	108	86	154	162	178	181	177
ΙΟΥΝ	223	81	107	123	107	81	176	179	190	188	181
ΙΟΥΛ	227	80	108	127	113	87	174	180	194	194	188
ΑΥΓ	208	65	94	121	118	98	139	154	180	191	189
ΣΕΠΤ	164	45	64	96	111	111	82	107	142	166	175
ΟΚΤ	119	33	44	77	105	119	40	68	107	140	154
ΝΟΕ	80	23	26	52	86	108	28	39	73	107	123
ΔΕΚ	62	19	21	42	73	93	23	29	57	87	102

ΣΚΥΡΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	51	17	18	35	60	75	21	26	47	71	83
ΦΕΒ	69	22	25	43	64	77	28	38	61	83	93
ΜΑΡ	110	35	45	67	83	90	49	70	96	118	126
ΑΠΡ	153	51	69	91	97	90	94	109	134	148	151
ΜΙΑ	197	70	92	112	107	90	143	151	170	176	174
ΙΟΥΝ	214	78	102	119	108	87	164	169	183	184	180
ΙΟΥΛ	220	77	103	124	114	93	164	171	188	192	188
ΑΥΓ	199	63	89	117	118	103	128	145	174	187	188
ΣΕΠΤ	152	43	60	91	109	111	70	97	132	158	168
ΟΚΤ	103	30	35	62	91	108	36	55	89	121	136
ΝΟΕ	63	19	21	43	73	92	23	30	58	87	101
ΔΕΚ	48	15	16	34	62	80	19	22	45	71	84

ΣΟΥΔΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	65	20	22	42	70	88	25	33	59	86	100
ΦΕΒ	82	25	29	49	71	84	32	45	71	95	106
ΜΑΡ	131	39	52	78	96	101	60	83	114	138	147
ΑΠΡ	166	51	69	93	98	91	103	117	141	156	160
ΜΙΑ	208	72	98	118	109	87	155	162	179	183	179
ΙΟΥΝ	222	80	106	123	107	82	175	178	189	187	180
ΙΟΥΛ	229	80	108	128	114	88	175	181	196	196	190
ΑΥΓ	209	65	94	122	119	100	140	155	182	193	192
ΣΕΠΤ	164	45	64	96	112	112	81	106	142	167	175
ΟΚΤ	116	33	43	75	102	117	39	66	104	137	150
ΝΟΕ	77	22	25	50	82	103	27	38	69	102	117
ΔΕΚ	60	18	20	41	72	91	23	28	56	85	99

ΣΥΡΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)

		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	58	18	20	39	66	83	23	29	53	79	92
ΦΕΒ	80	24	28	49	73	88	30	43	70	96	108
ΜΑΡ	121	38	49	73	91	97	54	77	106	129	138
ΑΠΡ	172	51	71	96	104	98	102	119	146	163	168
ΜΙΑ	212	73	99	120	113	92	154	163	183	188	185
ΙΟΥΝ	219	79	104	121	108	85	170	174	187	187	181
ΙΟΥΛ	225	79	106	126	115	91	169	176	193	195	190
ΑΥΓ	204	64	92	120	119	102	133	150	178	190	190
ΣΕΠΤ	160	44	63	95	113	114	76	102	139	166	175
ΟΚΤ	199	45	59	121	182	219	50	97	173	242	275
ΝΟΕ	74	21	24	50	85	107	25	35	68	102	119
ΔΕΚ	57	17	19	40	73	94	21	26	54	84	99

ΤΑΝΑΓΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	59	18	20	41	70	89	23	28	55	83	97
ΦΕΒ	74	23	26	46	68	82	29	40	65	89	101
ΜΑΡ	113	36	46	68	85	91	51	72	99	120	129
ΑΠΡ	152	50	68	90	95	88	94	109	133	146	149
ΜΙΑ	194	69	91	110	105	88	141	149	167	173	171
ΙΟΥΝ	215	78	102	120	108	86	166	170	184	185	180
ΙΟΥΛ	222	78	104	125	114	92	166	173	190	194	189
ΑΥΓ	201	64	90	119	118	103	130	147	176	189	189
ΣΕΠΤ	153	43	61	91	109	111	72	98	133	159	168
ΟΚΤ	104	30	36	63	91	109	37	56	91	122	137
ΝΟΕ	65	19	22	44	74	93	24	31	59	89	103
ΔΕΚ	51	16	17	37	66	85	20	24	48	76	90

ΤΡΙΚΑΛΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	57	17	19	42	75	96	21	26	54	86	101
ΦΕΒ	72	22	25	46	71	86	27	38	64	90	103
ΜΑΡ	106	34	43	65	82	89	46	67	93	115	123
ΑΠΡ	140	48	64	84	90	85	86	100	123	136	139
ΜΙΑ	178	65	84	101	99	86	129	136	153	160	159
ΙΟΥΝ	203	75	96	113	105	87	154	159	173	176	173
ΙΟΥΛ	206	74	97	116	110	92	152	159	177	182	180
ΑΥΓ	186	61	84	110	113	101	119	135	162	176	178
ΣΕΠΤ	139	41	56	84	101	105	64	88	121	146	155
ΟΚΤ	94	28	33	58	86	103	34	50	82	113	127
ΝΟΕ	60	18	20	42	74	93	22	28	56	86	101
ΔΕΚ	49	14	16	37	71	92	18	21	48	78	94

ΤΡΙΠΟΛΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	66	19	22	44	76	96	24	30	59	90	105
ΦΕΒ	78	24	27	48	71	86	30	42	68	93	105
ΜΑΡ	120	36	45	66	82	88	51	71	96	116	124
ΑΠΡ	152	49	66	89	96	91	96	110	135	150	155
ΜΙΑ	187	68	90	108	102	86	140	148	164	169	167
ΙΟΥΝ	210	75	96	111	100	81	156	159	171	171	167
ΙΟΥΛ	212	77	103	123	112	90	164	171	187	190	186
ΑΥΓ	195	64	92	120	119	103	133	149	178	190	190
ΣΕΠΤ	153	43	61	92	108	110	73	99	134	159	168
ΟΚΤ	111	30	36	62	90	107	37	57	90	121	136
ΝΟΕ	73	20	22	44	73	92	24	32	60	89	103
ΔΕΚ	59	16	18	37	67	86	20	24	49	78	91

ΤΥΜΠΑΚΙΟ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	73	22	24	48	80	101	27	36	67	99	114
ΦΕΒ	90	27	31	54	79	94	33	49	78	106	119
ΜΑΡ	137	40	54	83	101	106	62	87	120	145	155
ΑΠΡ	169	51	70	94	99	91	105	119	143	158	162
ΜΙΑ	208	72	98	117	108	86	155	162	179	182	177
ΙΟΥΝ	223	80	107	123	107	81	176	179	190	187	180
ΙΟΥΛ	229	80	108	128	113	87	176	181	196	196	189
ΑΥΓ	210	65	95	122	119	99	141	156	182	193	191
ΣΕΠΤ	166	45	65	97	113	112	83	108	144	169	177
ΟΚΤ	127	34	46	82	113	128	40	72	115	150	165
ΝΟΕ	86	24	27	56	93	116	28	41	78	115	133
ΔΕΚ	68	20	22	46	82	104	24	31	63	96	113

ΧΑΝΙΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	62	20	22	40	66	83	25	32	56	82	94
ΦΕΒ	80	25	28	48	69	82	31	45	69	93	104
ΜΑΡ	124	39	50	74	90	95	58	80	108	130	139
ΑΠΡ	167	51	70	93	98	91	103	117	142	156	160
ΜΙΑ	212	73	100	120	110	88	157	165	182	186	182
ΙΟΥΝ	220	80	105	122	106	81	173	176	188	186	179
ΙΟΥΛ	225	79	107	126	112	87	172	178	193	193	187
ΑΥΓ	205	64	93	120	117	98	137	152	178	189	188
ΣΕΠΤ	161	45	64	94	110	110	80	105	139	164	172
ΟΚΤ	111	32	41	71	97	110	39	64	99	129	142
ΝΟΕ	78	22	26	51	84	105	27	38	71	104	120
ΔΕΚ	59	18	20	40	70	89	23	28	54	83	97

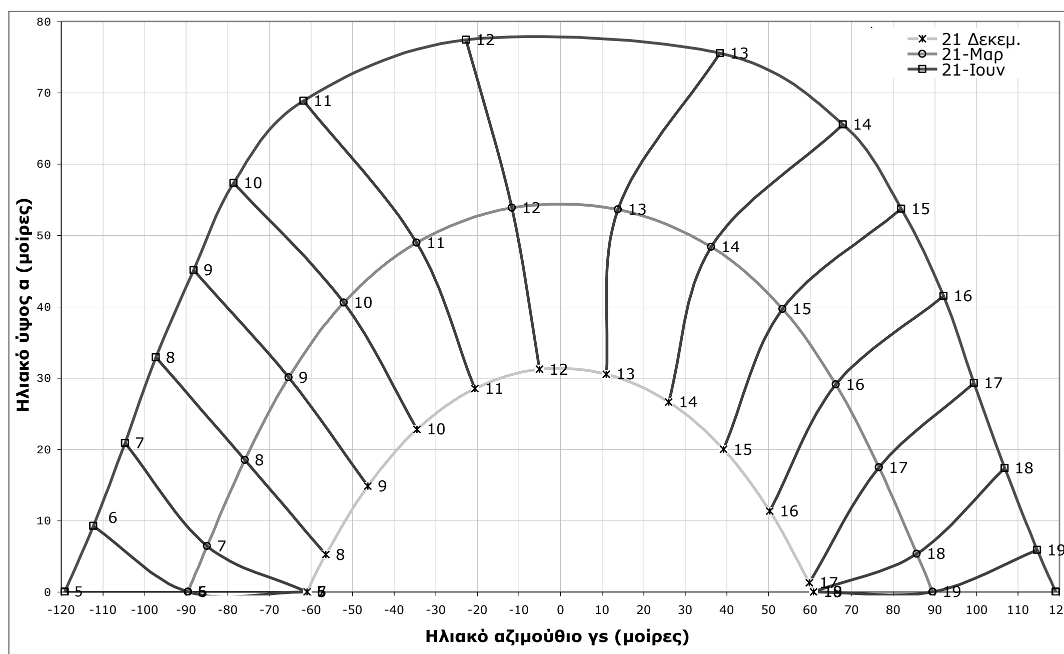
ΧΙΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	55	17	19	37	64	81	22	27	51	76	89
ΦΕΒ	72	23	26	44	66	79	29	40	63	86	97
ΜΑΡ	119	37	48	73	91	97	52	75	105	128	137
ΑΠΡ	161	52	72	96	101	93	98	115	141	155	158
ΜΙΑ	210	72	98	120	113	94	152	161	181	187	184
ΙΟΥΝ	220	79	104	122	110	87	169	173	188	189	183
ΙΟΥΛ	225	79	106	126	116	93	168	175	193	196	192
ΑΥΓ	203	64	91	120	120	104	131	148	177	190	191
ΣΕΠΤ	159	44	62	95	114	116	73	101	139	166	176
ΟΚΤ	116	31	38	70	104	124	37	60	101	138	156
ΝΟΕ	71	20	23	49	83	105	24	33	66	100	116
ΔΕΚ	53	16	18	38	70	90	20	24	50	79	94

ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	**Οριζόντιο επίπεδο**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**	**Β**	**ΒΑ/ΒΔ**	**Α/Δ**	**ΝΑ/ΝΔ**	**Ν**
ΙΑΝ	57	17	19	42	77	98	21	26	55	87	103
ΦΕΒ	78	23	27	50	79	97	28	40	70	99	114
ΜΑΡ	111	35	45	69	88	96	46	69	98	122	131
ΑΠΡ	138	48	62	82	88	84	84	98	120	134	137
ΜΙΑ	190	68	89	109	105	91	136	144	164	171	170
ΙΟΥΝ	204	75	97	114	105	88	154	159	174	177	174
ΙΟΥΛ	209	75	98	118	111	93	153	161	179	185	182
ΑΥΓ	188	61	85	111	114	102	119	136	164	178	180
ΣΕΠΤ	142	41	57	86	104	108	64	90	124	150	159
ΟΚΤ	98	28	33	61	91	109	34	51	86	118	134
ΝΟΕ	62	18	21	44	79	100	22	28	59	91	107
ΔΕΚ	43	13	15	33	61	79	17	19	42	68	81

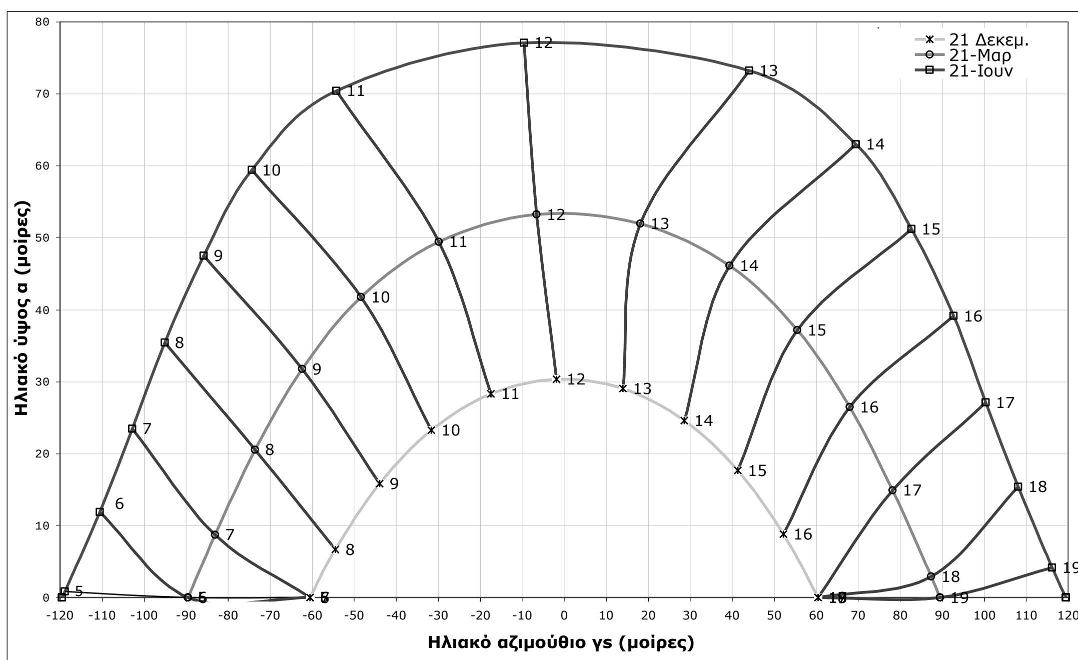
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΗΛΙΑΚΕΣ ΤΡΟΧΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

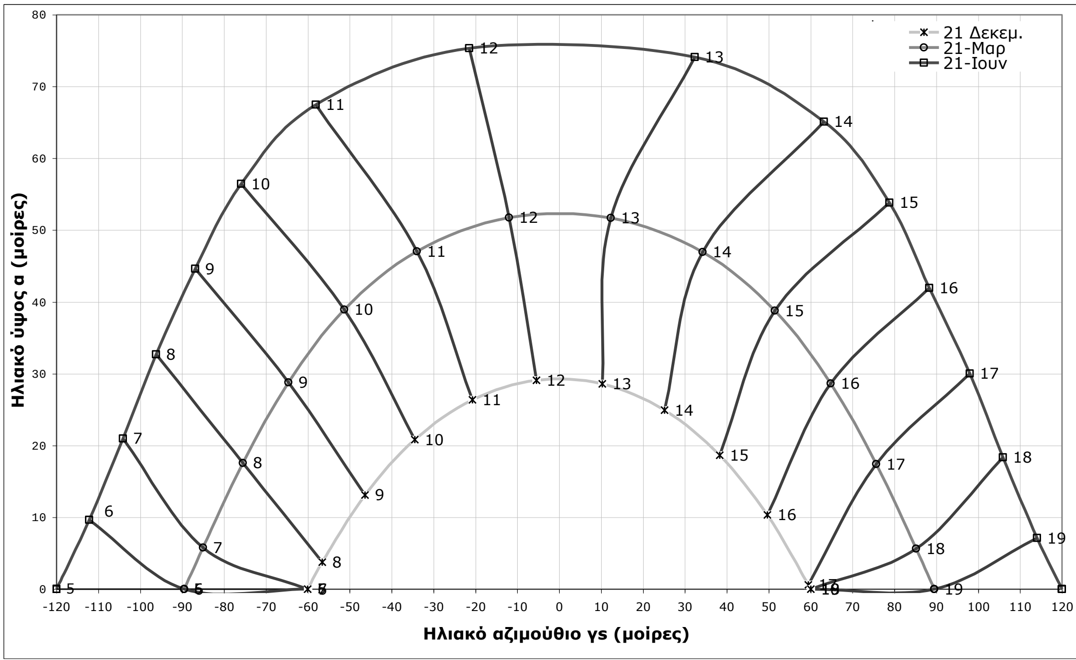
Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνεται η ηλιακή τροχιά για **τοπική** χειμερινή ώρα, για αντιπροσωπευτικά γεωγραφικά πλάτη 35ο, 36ο, 37ο, 38ο, 39ο και 40ο και μέσο γεωγραφικό μήκος 24ο.



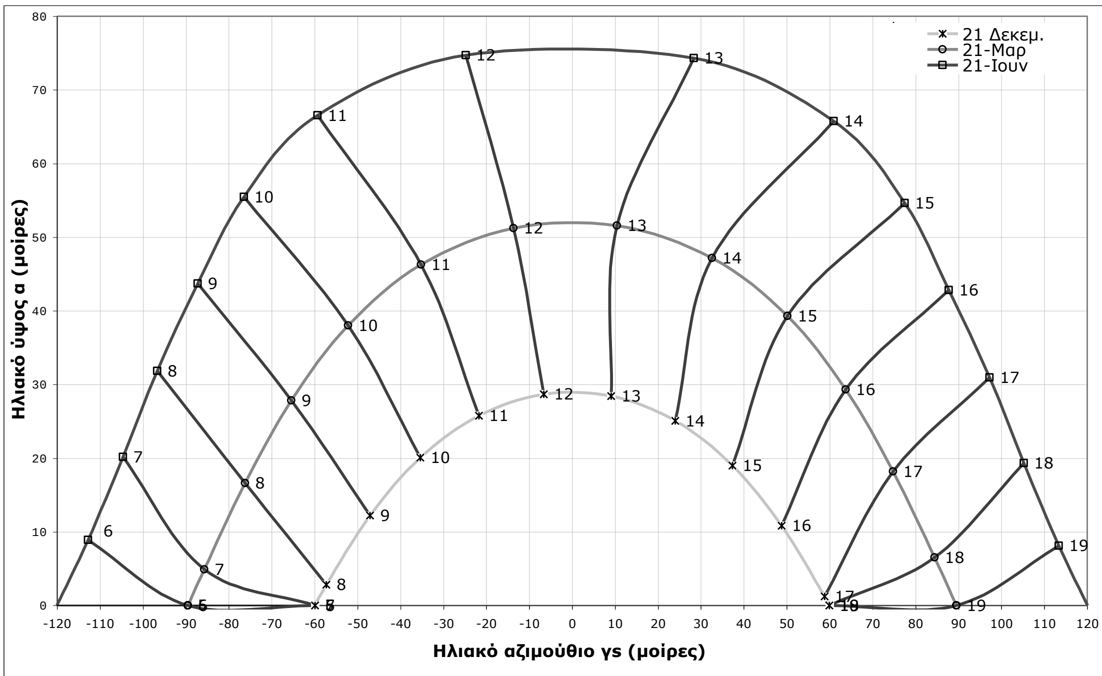
Σχήμα Γ.1. *Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 35οΒ.*



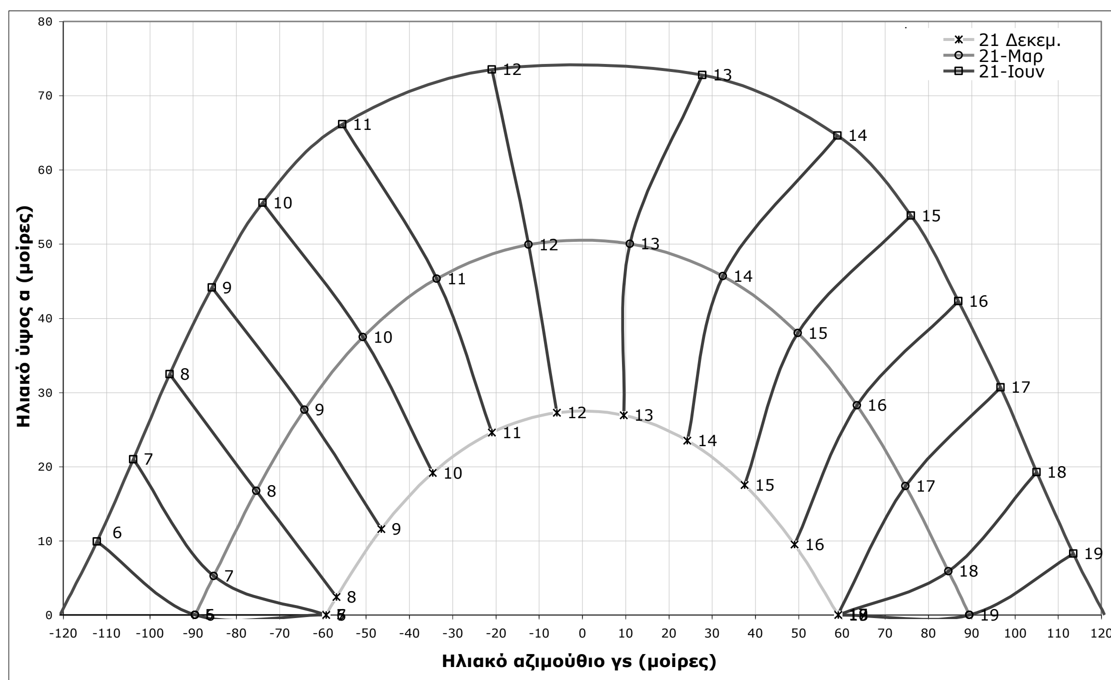
Σχήμα Γ.2. *Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 36οΒ.*



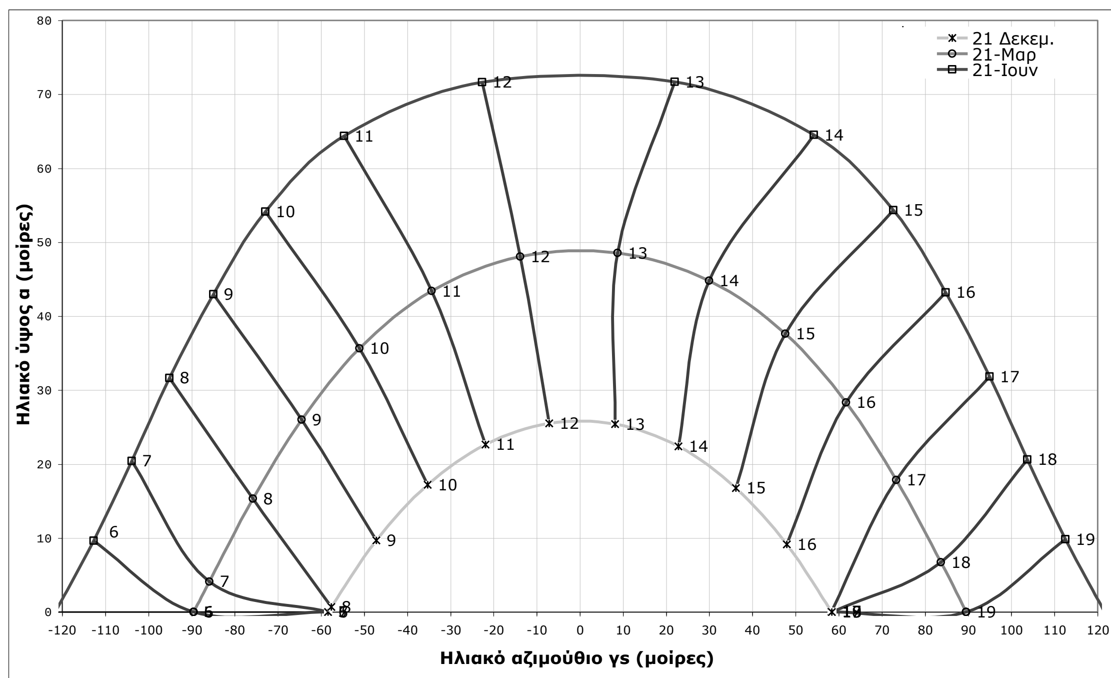
Σχήμα Γ.3. *Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 37ºΒ.*



Σχήμα Γ.4. *Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 38ºΒ.*



Σχήμα Γ.5. *Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 39°Β.*



Σχήμα Γ.6. *Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 40°Β.*

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Για τη σύνταξη της τεχνικής οδηγίας χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις.

1. ΦΕΚ 407/9.4.2010, ''Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – ΚΕΝΑΚ''.
2. Γ. Κορνάρος. «Κλιματικά Στοιχεία των Σταθμών της ΕΜΥ – Περίοδος 1955 έως 1997». Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία – ΕΜΥ, Δ/νση Κλιματολογίας, Τμήμα Ελέγχου Επεξεργασίας. Αθήνα 1999.
3. Α. Ματζαράκης, Χ. Μπαλαφούτης. ''Γεωγραφική Κατανομή Βαθμοημερών Θέρμανσης στον Ελληνικό Χώρο για Ενεργειακή Χρήση''. Έκτο Πανελλήνιο Συνέδριο Μετεωρολογίας Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Ιωάννινα, 25-28 Σεπτεμβρίου 2002.
4. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 15927-2:2005. ''Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data'' – Part 4: ''Hourly data for assessing the annual energy for heating and cooling''.
5. ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 15927-5:2005. ''Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data'' – Part 5: ''Data for design heat load for space heating''.
6. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2425/86 – Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων.
7. ASHRAE Handbook "Fundamentals". American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2005.
8. A. P. Matzarakis and V. D. Katsoulis. ''Sunshine duration hours over the Greek region''. Theor. Appl. Climatol. 83, 107–120, 2006.
9. K. Zabara. "Esimation of the Global Solar Radiation In Greece" Solar & Wind Technology Vol. 3, No. 4, pp. 267 272, 1986
10. A. A. Flocas. "Estimation and Prediction of Global Solar Radiation over Greece". Solar Energy Vol. 24, pp. 63-70, 1980.
11. Α. Πελεκάνος, και Κ. Παπαχριστόπουλος, ''Σύνταξη πινάκων μετεωρολογικών στοιχείων για ηλιακές εφαρμογές, των κυριότερων πόλεων της Ελλάδας''. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 1980.
12. Α. Πελεκάνος και Κ. Παπαχριστόπουλος, ''Σύνταξη πινάκων μετεωρολογικών στοιχείων για ηλιακές εφαρμογές των κυριότερων πόλεων της Ελλάδος''. Πρακτικά Α' Εθνικού Συνεδρίου Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Θεσσαλονίκη 20-22 Οκτωβρίου, 1982. Τόμος Α' σελ. ΜΕΤ 41 – ΜΕΤ 75.
13. Δ.Π. Λάλας, Δ.Κ. Πισιμάνης, Β.Α. Νοταρίδου, ''Μέθοδοι υπολογισμού εντάσεως ηλιακής ακτινοβολίας σε αυθαίρετης κλίσεως επίπεδο και πίνακες για 30^o , 45^o και 60^o στον Ελληνικό χώρο''. Τεχνικά Χρονικά – Β, Τόμος 2, Τεύχος 3-4, 1982.
14. Βαζαίος, Ε. ''Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας''. Γ' έκδοση, Αθήνα (1987).
15. Duffie A John., Beckman A. William, ''*Solar Engineering of Thermal Processes*'', second edition.
16. Liu, B. Y. H. and R.C. Jordan. "Daily Insolation on Surfaces Titled Toward and Equator". ASHRAE Journal, 3 (10), 53 (1962).
17. Klein, S. A. „Calculation of Monthly Average Insolation on Titled Surfaces". Solar Energy, 19, 325 (1977).
18. Collares-Pereira, M. and A. Rabl, " The Average Distribution of Solar Radiation – Correlation Between Diffuse and Hemispherical and Between Daily and Hourly Inslolation Values". Solar Energy, 22, 155 (1979).
19. Liu, B. Y. H. and R.C. Jordan. "The Interrelationship and Characteristic Distribution of Direct, Diffuse and Total Solar Radiation". Solar Energy Journal, 4 (3), (1960).
20. Α. Γαγλία, Α. Αργυρίου, Σ. Λυκούδης, Κ.Α. Μπαλαράς, ''Απόδοση Πειραματικής Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης – Βέλτιστης Κλίση Φωτοβολταϊκών και Ωφέλιμη Ηλιακή Ενέργεια στις Ελληνικές Περιοχές''. 8^o Συνέδριο για τις ΑΠΕ, Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 29-31 Μαρτίου 2006.
21. Α. Γαγλία, Σ. Κοντογιαννίδης, ''Solar Data, Βάση Δεδομένων Ηλιακής Ακτινοβολίας''. Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, ΙΕΠΒΑ, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Αθήνα, Φεβρουάριος 2008.
22. Labs K, ''Earth Coupling''. In: Cook J. (Ed) Passive Cooling. M.I.T. Press, Cambridge MA, 1989.
23. Pitts DR and Sissom LE, ''Theory and Problems of Heat Transfer''. McGraw-Hill, New York, 1977.
24. ΕΛΟΤ 1291. Ηλιακή Ενέργεια – Μετεωρολογικά στοιχεία πόλεων της Ελλάδας για τις ανάγκες του προτύπου ΕΛΟΤ 879, 1991.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία: www.hnms.gr

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών: www.meteo.gr

Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας: http://www.wmo.int/pages/index_en.html

RETScreen International. Empowering Cleaner Energy Decisions: http://www.retscreen.net

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – Υ.Π.Ε.Κ.Α.

ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010

ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΤΥΠΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Γ΄ έκδοση

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

Ομάδα εργασίας που συνέταξε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

Ονοματεπώνυμο	**Ειδικότητα**
ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Πολιτικός Μηχανικός
ΓΑΓΛΙΑ ΑΘΗΝΑ	Μηχανολόγος Μηχανικός MSc
ΓΙΑΝΝΑΚΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ ΕΛΕΝΑ	Δρ. Φυσικός
ΔΡΟΥΤΣΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ	Φυσικός MSc
ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΙΔΗΣ ΣΙΜΩΝ	Φυσικός MSc
ΚΟΡΑΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΑΛΑΧΙΑΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός MSc
ΜΑΡΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΑΡΗΣ ΤΗΛΕΜΑΧΟΣ	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΜΠΑΛΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
ΣΩΦΡΟΝΗΣ ΗΛΙΑΣ	Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η Χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους Πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία, σύμφωνα με τον Νόμο 3661/2008.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή του Νόμου υπήρξε η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το Προεδρικό Διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των Ενεργειακών Επιθεωρητών των Κτηρίων.

Η προσπάθεια έκδοσής τους διήρκησε συνολικά τρία χρόνια και έχει πια ολοκληρωθεί. Σε αυτήν τη μακρά πορεία δοκιμάστηκαν πολλά διαφορετικά μοντέλα επιστημονικής μεθοδολογίας και άλλαξαν αμέτρητες φορές οι επιμέρους διατάξεις. Είναι αξιοσημείωτη η μεγάλη καθυστέρηση, ενώ η Χώρα, αρκετά χρόνια πριν την έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας, είχε ανενεργή πλήρη πρόταση και κανονισμό (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.).

Το ΤΕΕ, ως τεχνικός Σύμβουλος της Πολιτείας και εκπροσωπώντας τα 106.000 πλέον Μέλη του, συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κ.Εν.Α.Κ και των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Για τον λόγο αυτόν, ενεργοποίησε πάνω από εκατό επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων οι οποίοι ανέπτυξαν και ολοκλήρωσαν τις παραπάνω οδηγίες και έθεσαν τις βάσεις, ώστε τα οφέλη του εγχειρήματος εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πολλαπλά, δηλαδή

- να είναι η ενεργειακή επιθεώρηση μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος και όχι μια γραφειοκρατική, τυπική διαδικασία και
- να αλλάξει η ενεργειακή μελέτη τις ως σήμερα διακριτές μελέτες αρχιτεκτονικών, στατικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και να εισαγάγει στην εκπόνηση των μελετών την ουσιαστική συνεργασία και το κοινό σχεδιασμό, τη συμφιλίωση, δηλαδή, της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την τεχνολογία.

Αξίζει να επισημανθεί η καινοτομία εισαγωγής της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής Κτηρίων, μέσω του Κ.Εν.Α.Κ και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., στο σχεδιασμό των κτηρίων μας.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή και κυρίως εθελοντική εργασία συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ξεχωρίσω τη συμβολή των παρακάτω συναδέλφων, τους οποίους και αναφέρω αλφαβητικά:

- Γαγλία Αθηνά, ΜΜ, που καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής του ΤΕΕ κατέβαλε υπεράνθρωπες προσπάθειες
- Γιδάκου Λία, ΧΜ, στέλεχος του ΥΠΕΚΑ που στήριξε πολύπλευρα την προσπάθεια του ΤΕΕ
- Ευθυμιάδη Απόστολο, ΜΜ, και την Επιτροπή Κ.Εν.Α.Κ του ΤΕΕ, που εισήγαγαν και στήριξαν τη μέθοδο του κτηρίου αναφοράς
- Λάσκο Κώστα, ΠΜ
- Μαντά Δημήτρη, ΜΜ
- Μπαλαρά Κωνσταντίνο, ΜΜ, Διευθυντή Ερευνών Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών
  και
- τον Αραβαντινό Δημήτρη, Αναπληρωτή Καθηγητή του ΑΠΘ,

- τα στελέχη του ΚΑΠΕ,
- τα στελέχη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το ΤΕΕ, υπερήφανο για την έως σήμερα συμβολή του, δεσμεύεται για τη συνέχιση της έκδοσης νέων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και την αναβάθμιση των υπαρχόντων.

Το εγχείρημα της εξοικονόμησης ενέργειας, του μεγαλύτερου εγχώριου ενεργειακού κοιτάσματος της χώρας μας, μπορεί να αποτελέσει την αιχμή της προσπάθειάς μας για την ανάταξη του περιβάλλοντος για την αναβάθμιση των φυσικών και τεχνητών συνθηκών της ποιότητας της ζωής μας, για μια νέα παραγωγική δομή, για την ανάπτυξη της χώρας μας.

Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ

Χρήστος Σπίρτζης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα Τεχνική Οδηγία δίνονται αναλυτικές οδηγίες συμπλήρωσης και ηλεκτρονικής καταχώρησης των εντύπων για την:

- Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων,
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Συστημάτων Θέρμανσης,
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Συστημάτων Κλιματισμού,

όπως επίσης και για το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) κτιρίου.

Κατά τη διάρκεια των επιθεωρήσεων πρέπει να καταγράφονται όλες οι παράμετροι που απαιτούνται. Η σύνταξη των οδηγιών και των εντύπων για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις βασίστηκε στα ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα που αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί και τα επιπρόσθετα στοιχεία που απαιτούνται από άλλες σχετικές Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.).

ΕΛΟΤ ΕΝ 15217: 2007	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων – Μέθοδοι έκφρασης ενεργειακών επιδόσεων και ενεργειακής πιστοποίησης κτιρίων (Energy performance of buildings – Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings).
ΕΛΟΤ ΕΝ 15251:2007	Παράμετροι εσωτερικών περιβαλλοντικών εισροών για το σχεδιασμό και την αποτίμηση των ενεργειακών επιδόσεων κτιρίων σχετικά με την εσωτερική ποιότητα του αέρα, το θερμικό περιβάλλον, το φωτισμό και την ακουστική (Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics).
ΕΛΟΤ ΕΝ 7730:2005	Εργονομία θερμικού περιβάλλοντος - Αναλυτικός προσδιορισμός και ερμηνεία θερμικής άνεσης που χρησιμοποιεί υπολογισμό των δεικτών PMV και PPD και τοπικά κριτήρια θερμικής άνεσης (Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort).
EN 12464-1:2003	Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places.
EN 15378:2007	Heating systems in buildings – Inspection of boilers and heating systems (Συστήματα θέρμανσης στα κτίρια - Επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης).
EN 15239:2007	Ventilation for buildings - Energy performance of buildings - Guidelines for inspection of ventilation systems (Αερισμός κτιρίων – Ενεργειακή απόδοση κτιρίων – Οδηγίες για την επιθεώρηση εγκαταστάσεων αερισμού).
EN 15240:2007	Ventilation for buildings - Energy performance of buildings - Guidelines for inspection of air-conditioning systems (Αερισμός κτιρίων – Ενεργειακή απόδοση κτιρίων – Οδηγίες για την επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού).
EN 15251:2007	Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics.
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010: Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του

	πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010: Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων.
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010: Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών.

1.1. ΣΥΜΒΟΛΑ - ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Αγγλικά	
AC	Εναλλασσόμενο ρεύμα
ACH	Αλλαγές αέρα ανά ώρα
BEMS	Κεντρικό σύστημα ενεργειακού ελέγχου
COP	Συντελεστής επίδοσης μονάδας (-)
DC	Συνεχές ρεύμα
EER	Ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας (-)
EP	Ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου / τμήματος κτιρίου (kWh)
F_D	Συντελεστής επίδρασης ΦΦ (-)
F_o	Συντελεστής επίδρασης χρηστών (-)
$R_{_se}$	Συντελεστής θερμικής αντίστασης εξωτερικής επιφάνειας, (m^2K/W)
R_R	Ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς (kWh)
SPF	Εποχιακός βαθμός απόδοσης (-)
U	Συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m^2K)
VAV	Μονάδα μεταβλητής ροής αέρα
Ελληνικά	
α	Γωνία θέασης εμποδίου (°)
Α.Α.	Αριθμός Ασφαλείας
α/α	Αύξων αριθμός
Α/Γ	Ανεμογεννήτριες
Α.Θ.	Αντλία θερμότητας
Α.Π.	Αριθμός Πρωτοκόλλου
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
β	Γωνία προβόλου (°)
Β.Δ.	Βάση Δεδομένων
γ	Γωνία πλευρικής προεξοχής (°)
ΕΕΙ	Δείκτης ενεργειακής απόδοσης
ΕΚΑ	Ενεργειακή κατηγορία
ΕΥΕΠΕΝ	Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας
Ζ.Ν.Χ.	Ζεστό νερό χρήσης
Η/Μ	Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις
θ.δ.	Θερμοδιακοπή
ΚΑΕΚ	Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου
Κ.Εν.Α.Κ.	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
ΚΚΜ	Κεντρική κλιματιστική μονάδα
λ	Αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού (W/m K)
ΜΕΚ	Μηχανές εσωτερικής καύσης
Π.Ε.Α.	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης
ΣΗΘ	Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας
ΤΜ	Τερματικές μονάδες
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.	Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας
ΦΑ	Φυσικό αέριο
ΦΒ	Φωτοβολταϊκά

ΦΦ	Φυσικός φωτισμός
⚠	Σύμβολο για τις επισημάνσεις στο κείμενο που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή ή έχουν συμβουλευτικό χαρακτήρα.
💻	Σύμβολο για τις επισημάνσεις στο κείμενο που αφορούν τα ηλεκτρονικά έντυπα.

2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίου διενεργείται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από το άρθρο 5 του Π.Δ. 100/2010 (ΦΕΚ Α΄ 177) , Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 11 του ν.4122/2013 (ΦΕΚ Α΄ 42).

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί:

α) στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, ζεστό νερό χρήσης) και συνολικά,

β) στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου,

γ) στην έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.),

δ) στη σύνταξη συστάσεων προς τον ιδιοκτήτη/χρήστη για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου

ε) στη συλλογή επιπρόσθετων στοιχείων του κτιρίου και των ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων που πρέπει να εισαχθούν στην ηλεκτρονική βάση δεδομένων.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής κατά την διάρκεια της Επιθεώρησης του Κτιρίου καταγράφει στοιχεία του κτιρίου σχετικά με το:

α) Κτιριακό κέλυφος,

β) Σύστημα θέρμανσης,

γ) Σύστημα ψύξης,

δ) Σύστημα αερισμού,

ε) Σύστημα φωτισμού,

στ) Σύστημα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας & Συμπαραγωγής

ε) Σύστημα Ύδρευσης, Αποχέτευσης & Άρδευσης (ενεργοβόρες συσκευές)

ζ) Παραμέτρους εσωτερικών συνθηκών άνεσης.

Η διαδικασία ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου στον Ενεργειακό Επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου. Κατά την ανάθεση συμφωνούνται αμοιβαία οι υποχρεώσεις του Επιθεωρητή (όπως έκδοση Π.Ε.Α., σύνταξη έκθεση επιθεώρησης κ.ά.) και του ιδιοκτήτη/διαχειριστή (όπως παροχή γενικών πληροφοριών για τη χρήση και κατασκευή του κτιρίου, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, παράδοση των αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων του κτιρίου ως κατασκευασθέν) του δελτίου εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης, του φύλλου συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης κ.ά.), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Δεν αποτελεί υποχρέωση του Ενεργειακού Επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση του προς επιθεώρηση κτιρίου καθώς και η συλλογή των παραπάνω στοιχείων σε περίπτωση που αυτά δεν υφίστανται ή είναι ελλιπή. Στον επιθεωρητή παρέχεται η δυνατότητα επίσκεψης των εσωτερικών κοινόχρηστων και ιδιόκτητων προς επιθεώρηση χώρων.
2. Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.Επ.Εν.), κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου στο προβλεπόμενο από το άρθρο 17 του Ν.4122/2013, Αρχείο

Επιθεωρήσεως Κτιρίων. Ο ίδιος αριθμός πρωτοκόλλου θα χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική καταχώρηση του Π.Ε.Α. και των εκθέσεων ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, στο προαναφερόμενο Αρχείο.

3 Επιτόπιος έλεγχος του Ενεργειακού Επιθεωρητή στο κτίριο και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνεται το τυποποιημένο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου (Παράρτημα Α.1). Τα στοιχεία που καταγράφονται στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης λαμβάνονται από τα αρχιτεκτονικά και Η/Μ σχέδια του κτιρίου, τη μελέτη θερμομόνωσης ή την ενεργειακή μελέτη, το αρχείο συντήρησης εγκαταστάσεων (εφόσον υπάρχει), από πληροφορίες του ιδιοκτήτη/διαχειριστή και από τα τεχνικά στοιχεία των εγκαταστάσεων που καταγράφονται από τον ενεργειακό επιθεωρητή κατά την διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης.

4. Σε περίπτωση κτιρίων μεγάλης επιφάνειας με πολύπλοκες Η/Μ εγκαταστάσεις, πέρα από την απλή καταγραφή των στοιχείων του, δύναται να χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εξοπλισμός για τη μέτρηση των διαφόρων παραμέτρων που συμβάλουν στην ακριβή αποτύπωση των κτιριακών εγκαταστάσεων και των συνθηκών λειτουργίας. Ο μετρητικός εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτιρίου, των θερμικών χαρακτηριστικών του (θερμοπερατότητα, θερμοκρασία επιφανειών κ.ά.), της κατανάλωσης ενέργειας των Η/Μ συστημάτων, την ένταση και την τάση ρεύματος, την απορροφούμενη ισχύ, τον συντελεστή ισχύος και την ποιότητα ηλεκτρικού ρεύματος (αρμονικές κ.ά.), τα επίπεδα φωτισμού και την απορροφούμενη ισχύ από τα συστήματα φωτισμού και τις εσωτερικές συνθήκες των χώρων (θερμοκρασία, υγρασία, κυκλοφορία αέρα κ.ά.).

5. Επεξεργασία των στοιχείων του κτιρίου με την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο Β΄ του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ. (ΚΥΑ Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010, ΦΕΚ Β΄ 407). Από τους υπολογισμούς προκύπτει η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου (για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό και Ζ.Ν.Χ.) και η αντίστοιχη ενεργειακή του κατάταξη.

6. Σύνταξη του Π.Ε.Α. Κτιρίου, όπως περιγράφεται στο άρθρο 14 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ. (ΚΥΑ Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010, ΦΕΚ Β΄ 407).

7. Έκδοση του Π.Ε.Α., ηλεκτρονική καταχώρησή του στο Αρχείο Επιθεώρησης Κτιρίων μαζί με το έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου και παράδοσή του, σφραγισμένο και υπογεγραμμένο, στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή, με μέριμνα του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

8. Για τη σύνταξη των συστάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής δύναται να ανατρέχει σε κατάλογο προτεινόμενων συστάσεων, όπως καθορίζονται στη συνέχεια.

9. Ειδικά για τις περιπτώσεις νέων ή ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων ή κτιριακών μονάδων, σύμφωνα με το άρθρο 21 του Ν.4122/2013, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής εκτός της ηλεκτρονικής καταχώρισης του ΠΕΑ στο Αρχείο Επιθεωρήσεων Κτιρίων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, συντάσσει πόρισμα, για την τήρηση ή μη των προδιαγραφών των δομικών στοιχείων του κελύφους και των τεχνικών συστημάτων του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας, καθώς και της ενεργειακής κατηγορίας που προσδιορίζονται στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης (ΜΕΑ), το οποίο μαζί με αντίγραφο του ΠΕΑ προσκομίζεται στην οικεία Υ.ΔΟΜ. Σε περίπτωση που στο πόρισμα του Ενεργειακού Επιθεωρητή διαπιστώνεται η μη τήρηση των παραπάνω απαιτήσεων ακολουθείται η διαδικασία που προβλέπεται στην παράγραφο 2.9 του άρθρου 15 της Δ6/οικ.5825/2010 κοινής απόφασης των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Β΄407), με σκοπό τη συμμόρφωση με τις

προδιαγραφές για τα δομικά στοιχεία του κελύφους και τα τεχνικά συστήματα του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας, καθώς και με την ενεργειακή κατηγορία που προβλέπονται στη ΜΕΑ.

10. Σε περίπτωση όπου το Π.Ε.Α. εκδίδεται μετά την υλοποίηση επεμβάσεων στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει αναλυτικά και διακριτά τις υλοποιημένες επεμβάσεις που ικανοποιούν τις απαιτήσεις του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ. (ΚΥΑ Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010, ΦΕΚ Β΄ 407) και του προγράμματος, τις αντίστοιχες τιμολογούμενες δαπάνες, καθώς και την εξοικονομούμενη από τις επεμβάσεις ενέργεια.

Οι αναλυτικές οδηγίες που παρουσιάζονται στη συνέχεια καθοδηγούν τον Ενεργειακό Επιθεωρητή στη σωστή συμπλήρωση του Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου (Παράρτημα Α.1) και στη συνέχεια την ηλεκτρονική του καταχώρηση.

Επισημάνσεις που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή ή έχουν συμβουλευτικό χαρακτήρα αναγνωρίζονται με το σύμβολο

Επίσης, το ηλεκτρονικό έντυπο μπορεί να διαφέρει σε ορισμένα σημεία από την έντυπη μορφή του. Σε αυτές τις περιπτώσεις, γίνονται οι αντίστοιχες επισημάνσεις οι οποίες αναγνωρίζονται με το σύμβολο .

Κατά περίπτωση, οι ελάχιστες απαιτούμενες πληροφορίες και στοιχεία που πρέπει να συμπληρωθούν κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου αναγνωρίζονται μέσα στο ειδικά διαμορφωμένο πλαίσιο, όπως εδώ.



Σε περίπτωση που ο Ενεργειακός Επιθεωρητής αποφασίσει να εισάγει συγκεκριμένες τιμές για όλες τις παραμέτρους, τότε καταγράφει ή υπολογίζει όλες τις επιπλέον πληροφορίες και στοιχεία.



Ο όρος «κτίριο» αναφέρεται και σε «τμήμα κτιρίου».

2.1. ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΕΝΤΥΠΟΥ

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου συγκεντρώνει τα στοιχεία που αναλυτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια, ώστε να συμπληρώσει όλους τους πίνακες που περιλαμβάνει το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου (Παράρτημα Α.1) και να ολοκληρώσει με επιτυχία την ηλεκτρονική του καταχώρηση.

Το έντυπο διευκολύνει τον Ενεργειακό Επιθεωρητή στην ποιοτική και ποσοτική συλλογή, οργάνωση και εκτίμηση των παραμέτρων που αφορούν τα δομικά στοιχεία και τις Η/Μ εγκαταστάσεις του κτιρίου και συμβάλει στη σύντομη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης.



Προτείνεται ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες του προς επιθεώρηση κτιρίου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, να προηγηθεί της ενεργειακής επιθεώρησης, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία της επιθεώρησης και της καταγραφής των απαιτούμενων πληροφοριών.

Ο καθορισμός διαφορετικών θερμικών ζωνών εφαρμόζεται, μεταξύ άλλων, στις περιπτώσεις όπου:

- Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.), πρόγραμμα λειτουργίας κ.ά.
- Υπάρχουν εγκατεστημένα διαφορετικά συστήματα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, με διαφορετικά χαρακτηριστικά (απόδοση, είδος καυσίμου κ.ά.)
- Ο όγκος της ζώνης είναι σχετικά σημαντικός (μεγαλύτερος από 10% του όγκου του κτιρίου), άλλως κατανέμεται σε άλλες παρόμοιες ζώνες.



Οι θερμικές ζώνες του κτιρίου διαθέτουν εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, και εισάγονται αναλυτικές πληροφορίες για τα γενικά χαρακτηριστικά της ζώνης, την κατασκευή του κελύφους και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις που διαθέτει. Σε αντίθεση, οι «Μη Θερμαινόμενοι Χώροι» ή «Ηλιακοί Χώροι» που δεν διαθέτουν εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, απαιτούν την εισαγωγή πληροφοριών για τα γενικά χαρακτηριστικά του χώρου, και την κατασκευή του κελύφους.



Η ενεργειακή επιθεώρηση των λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού σκόπιμο είναι να προηγούνται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων.

Το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων περιλαμβάνει στοιχεία του κτιρίου που αφορούν στα:

α) Κτιριακό κέλυφος,
β) Σύστημα θέρμανσης,
γ) Σύστημα ψύξης,
δ) Σύστημα αερισμού,
ε) Σύστημα φωτισμού,
στ) Σύστημα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας & Συμπαραγωγής
ε) Σύστημα Ύδρευσης, Αποχέτευσης & Άρδευσης (ενεργοβόρες συσκευές)
ζ) Παραμέτρους εσωτερικών συνθηκών άνεσης.

2.1.1. Πίνακας 1α - Γενικά Στοιχεία Κτιρίου



Τα γενικά στοιχεία υποβάλλονται στο πρώτο στάδιο της ηλεκτρονικής καταχώρησης του Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης κτιρίου, όπως περιγράφεται στην ενότητα 2.2.



Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, εμφανίζονται τα γενικά στοιχεία του κτιρίου που έχουν υποβληθεί στο πρώτο στάδιο και δεν μπορούν να αλλαχθούν.

- Χρήση κτιρίου. Καταγράφεται η χρήση του κτιρίου, σύμφωνα με τις τελικές χρήσεις από τον κατάλογο που ακολουθεί. Η ταξινόμηση προσαρμόστηκε λαμβάνοντας υπόψη το άρθρο 3 του Κτιριοδομικού Κανονισμού. Η επιθεώρηση κτιρίου γίνεται για όλες τις χρήσεις κτιρίων όπως ορίζονται στην παράγραφο 6 του άρθρου 3 του νόμου 4122/2013, εκτός από τις εξαιρέσεις όπως ορίζονται στην παράγραφο 7 στο άρθρο 4 του ίδιου νόμου.



Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη οι τυπικές τιμές για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.



Σε περίπτωση που μια συγκεκριμένη χρήση κτιρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις παραπάνω κατηγορίες τότε αναγκαστικά κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία.

Βασικές κατηγορίες κτιρίων	Χρήσεις κτιρίων που περιλαμβάνονται στις βασικές κατηγορίες κτιρίων
Κατοικία	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτίρια περισσοτέρων του ενός διαμερισμάτων)
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, Ξενώνες, Οικοτροφεία και Κοιτώνες
Συνάθροισης κοινού	Χώροι συνεδρίων, Χώροι εκθέσεων, Μουσεία, Χώροι συναυλιών, Θέατρα, Κινηματογράφοι, Αίθουσες δικαστηρίων, Κλειστό γυμναστήριο, Κλειστό κολυμβητήριο, Εστιατόρια, Ζαχαροπλαστεία, Καφενεία, Τράπεζες, Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγεία, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, Δευτεροβάθμιας εκπαίδευση, Τριτοβάθμιας εκπαίδευση, Αίθουσες διδασκαλίας, Φροντιστήρια
Υγείας και Κοινωνικής Πρόνοιας	Νοσοκομεία, Κλινικές, Αγροτικά ιατρεία, Υγειονομικοί σταθμοί, Κέντρα υγείας, Ιατρεία, Ψυχιατρεία, Ιδρύματα ατόμων με ειδικές ανάγκες, Ιδρύματα χρονίως πασχόντων, Οίκοι ευγηρίας, Βρεφοκομεία, Βρεφικοί σταθμοί, Παιδικοί σταθμοί
Σωφρονισμού	Κρατητήρια, Αναμορφωτήρια, Φυλακές
Εμπορίου	Καταστήματα, Εμπορικά κέντρα, Αγορές και υπεραγορές, Φαρμακεία, Κουρεία και κομμωτήρια, Ινστιτούτα γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφεία, Βιβλιοθήκες

- Τμήμα Κτιρίου & Αριθμός Ιδιοκτησίας. Καταγράφεται εάν πρόκειται για **τμήμα κτιρίου** (π.χ. διαμέρισμα /γραφείο /ιατρείο), δηλαδή μία ξεχωριστή ιδιοκτησία εντός του κτιρίου. Στην περίπτωση αυτή, καταγράφεται ο **Αριθμός Ιδιοκτησίας** όπως προκύπτει από τον πίνακα ποσοστών συνιδιοκτησίας και κατανομής δαπανών του κτιρίου. Η πληροφορία αυτή είναι απαραίτητη για την έκδοση του Π.Ε.Α. (βλέπε ενότητα 2.3).
- Όνομα Ιδιοκτήτη. Σε περίπτωση φυσικών προσώπων, καταγράφεται το/τα ονοματεπώνυμο/α των σημερινών ιδιοκτητών. Σε περίπτωση νομικών προσώπων, καταγράφεται η πλήρης επωνυμία της/των επιχείρησης/σεων ή οργανισμού/ών. Σε περίπτωση συγκροτήματος κτιρίων με την ίδια επωνυμία και διεύθυνση καταγράφεται το κτίριο για το οποίο θα εκδοθεί το Π.Ε.Α.
- ΑΦΜ Ιδιοκτήτη. Καταγράφεται ο/οι Αριθμός Φορολογικού Μητρώου (ΑΦΜ) των σημερινών ιδιοκτητών.



Σε περίπτωση συγκροτήματος κτιρίων με την ίδια επωνυμία και διεύθυνση θα πρέπει να καθορίζεται ακριβώς το προς επιθεώρηση κτίριο.

- ΚΑΕΚ. Καταγράφεται ο Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου, όπου υπάρχει.
- Α.Π. Δήλωσης & Κωδικός Ιδιοκτησίας. Καταγράφονται τα στοιχεία, όπως αυτά εμφανίζονται στη δήλωση του ακινήτου στο Κτηματολόγιο: (α) Ανάλογα με τον Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης στον οποίο ανήκει το ακίνητο, η διαδικτυακή εφαρμογή καταχώρησης της επιθεώρησης ζητάει είτε τον ΚΑΕΚ (στις περιοχές όπου έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία της Κτηματογράφησης), ή τον Αριθμό Πρωτοκόλλου Δήλωσης και τον Κωδικό Ιδιοκτησίας (στις περιοχές υπό κτηματογράφηση). (β) Αν στο ίδιο κτίριο (ή τμήμα κτιρίου) έχουν δηλωθεί περισσότερα του ενός δικαιώματα, καταγράφεται ο Κωδικός Ιδιοκτησίας για κάθε ένα.

- Ιδιοκτησιακό καθεστώς. Καταγράφεται το ιδιοκτησιακό καθεστώς του συγκεκριμένου κτιρίου: Δημόσιο / Ιδιωτικό Δημοσίου ενδιαφέροντος / Δημόσιο Ιδιωτικού ενδιαφέροντος / Ιδιωτικό, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Ταχυδρομική Διεύθυνση. Καταγράφεται η περιοχή, οδός, αριθμός, και ταχυδρομικός κώδικας της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο.
- Στοιχεία Επικοινωνίας Υπευθύνου. Καταγράφονται τα στοιχεία του υπευθύνου του κτιρίου, με τον οποίον επικοινωνεί ο Ενεργειακός Επιθεωρητής για τη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών και στοιχείων, όπως ονοματεπώνυμο, τηλέφωνο/fax ή/και ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Καταγράφεται και η ιδιότητα του υπευθύνου: Ιδιοκτήτης / Διαχειριστής / Ενοικιαστής / Τεχνικός υπεύθυνος/ Άλλο.
- Οικοδομική άδεια. Καταγράφονται όλα τα στοιχεία της οικοδομικής άδειας του κτιρίου: πολεοδομικό γραφείο, έτος και αριθμός. Καταγράφονται αντίστοιχα τα στοιχεία σε περίπτωση που τμήματα της ιδιοκτησίας έχουν κατασκευαστεί σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.
- Έτος ολοκλήρωσης κατασκευής. Καταγράφεται το/τα έτος/η ολοκλήρωσης κατασκευής του κτιρίου που αντιστοιχούν στις περιόδους έκδοσης οικοδομικής άδειας.
- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος του συγκεκριμένου κτιρίου σε σχέση με την/τις πολεοδομική/ές άδεια/ες: Παλιό (άδειες πριν από την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.), Ριζικά Ανακαινιζόμενο (με την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.), Νέο (με την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.).

2.1.2. Πίνακας 1β – Κλιματολογικά

- Κλιματική Ζώνη & Υψόμετρο. Καταγράφεται η κλιματική ζώνη που βρίσκεται το κτίριο σύμφωνα με το άρθρο 6.1 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ. (ΚΥΑ Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010, ΦΕΚ Β΄ 407) και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 & 20701-3. Καταγράφεται επίσης το υψόμετρο που βρίσκεται το κτίριο, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου στην περίπτωση που το κτίριο βρίσκεται σε υψόμετρο πάνω από 500m. Εάν το κτίριο βρίσκεται σε περιοχή με υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, τότε για τους υπολογισμούς εντάσσεται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία βρίσκεται, σύμφωνα με το άρθρο 6.2 του Κ.Εν.Α.Κ. Ειδικότερα, για το τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ, η επιλογή του υψομέτρου δεν είναι ενεργή.
- Κλιματολογικά δεδομένα. Καταγράφεται το όνομα του κλιματικού αρχείου που επιλέγεται για τους υπολογισμούς, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, επιλέγεται ένα από τα κλιματικά αρχεία που εμφανίζονται στον κατάλογο με τα κλιματολογικά δεδομένα.

2.1.3. Πίνακας 1γ – Πηγές Δεδομένων

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει όλες τις πηγές δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί για την συμπλήρωση του εντύπου ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου:

- Αρχιτεκτονικά σχέδια
- Η/Μ Σχέδια
- Φύλλο Συντήρησης Λέβητα
- Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού
- Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης
- Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού

- Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων
- Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών
- Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη/Διαχειριστή

2.1.4. Πίνακας 2 - Τοπογραφικό Διάγραμμα ή Σκαρίφημα και Φωτογραφία Κτιρίου

Το τοπογραφικό σχέδιο συμπεριλαμβάνεται στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμο τοπογραφικό σχέδιο για το συγκεκριμένο κτίριο, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής θα πρέπει να απεικονίσει τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, ώστε να φαίνεται η δόμηση της ευρύτερης περιοχής καθώς και τα παράπλευρα κτίρια.



Το σχέδιο ή το σκαρίφημα πρέπει να είναι διαθέσιμα σε ηλεκτρονική μορφή, στις προδιαγραφές (ανάλυση, μέγεθος αρχείου) που ορίζονται στη διαδικτυακή εφαρμογή, www.buildingcert.gr, ώστε να μπορούν να υποβληθούν κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση του εντύπου.

Η φωτογραφία του εξωτερικού του κτιρίου συμπεριλαμβάνεται στο Π.Ε.Α. Η φωτογραφία πρέπει να είναι πρόσφατη (του τελευταίου έτους). Εάν πρόκειται για τμήμα κτιρίου πρέπει να υπάρχει αντίστοιχη ένδειξη (π.χ. βέλος) που να προσδιορίζει τη θέση του.



Η φωτογραφία πρέπει να είναι διαθέσιμη σε ηλεκτρονική μορφή, στις προδιαγραφές (ανάλυση, μέγεθος αρχείου) που ορίζονται στη διαδικτυακή εφαρμογή, www.buildingcert.gr, ώστε να μπορεί να υποβληθεί κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση του εντύπου. Η φωτογραφία χρησιμοποιείται για την έκδοση του Π.Ε.Α. (ενότητα 2.3).

2.1.5. Πίνακας 3α – Γενικά Κατασκευαστικά Στοιχεία Κτιρίου

- Χρήση κτιρίου. Σε περίπτωση που η πραγματική χρήση του κτιρίου διαφέρει από αυτές που συμπεριλαμβάνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη χρήση, η οποία χρησιμοποιείται ΜΟΝΟ σε συνδυασμό με τις πραγματικές καταναλώσεις ενέργειας (ενότητα 2.1.6).
- Συνολική επιφάνεια (m^2). Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου (κύριοι, βοηθητικοί και κοινόχρηστοι χώροι) του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

- Θερμαινόμενη επιφάνεια (m^2). Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- Ψυχόμενη επιφάνεια (m^2). Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου των ψυχόμενων χώρων του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- Αριθμός ορόφων. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός ορόφων του κτιρίου (πάνω από το ισόγειο). Το ισόγειο και τα επίπεδα του υπογείου (αν υπάρχουν) θα πρέπει επίσης να δηλώνονται.
- Συνολικός όγκος (m^3). Καταγράφεται ο συνολικός όγκος του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

- Θερμαινόμενος όγκος (m^3). Καταγράφεται ο συνολικός θερμαινόμενος όγκος του κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής. Ο θερμαινόμενος όγκος είναι ο συνολικός όγκος των υπό εξέταση θερμικών ζωνών, όπου σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., θεωρείται ότι θερμαίνονται πλήρως.

- Ψυχόμενος όγκος (m^3). Καταγράφεται ο συνολικός ψυχόμενος όγκος του κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- Ύψος τυπικού ορόφου (m). Καταγράφεται το μέσο ύψος του τυπικού ορόφου. Σε περίπτωση που το ισόγειο έχει διαφορετικό ύψος, αλλά ανήκει στην ίδια ιδιοκτησία, καταγράφονται και τα δύο.
- Έκθεση κτιρίου. Καταγράφεται η πυκνότητα δόμησης της περιοχής του κτιρίου, εάν το κτίριο είναι: Εκτεθειμένο, Ενδιάμεσο ή Προστατευμένο, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- Αριθμός Θερμικών Ζωνών. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των θερμαινόμενων / κλιματιζόμενων ζωνών στις οποίες θα χωριστεί το κτίριο. Τα κριτήρια καθορισμού των θερμικών ζωνών αναφέρονται στο άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ..



Προτείνεται ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες του προς επιθεώρηση κτιρίου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, να προηγηθεί της ενεργειακής επιθεώρησης, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία της επιθεώρησης και της καταγραφής των απαιτούμενων πληροφοριών.

- Αριθμός Μη Θερμαινόμενων Χώρων. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των μη θερμαινόμενων χώρων που διαθέτει το κτίριο.
- Αριθμός Ηλιακών Χώρων. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των ηλιακών χώρων που διαθέτει το κτίριο.
- Θερμομόνωση κατακόρυφων δομικών στοιχείων. Καταγράφεται η (πλήρης ή μερική) ύπαρξη θερμομόνωσης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων του κτιρίου, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

2.1.6. Πίνακας 3β – Κατανάλωση Ενέργειας – Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος

Η κατανάλωση ενέργειας, αν είναι διαθέσιμη, καταγράφεται συνολικά για το κτίριο και ανά πηγή ενέργειας. Οι καταναλώσεις πρέπει να είναι μέσες ετήσιες τιμές (πχ kWh, lt ή Nm^3) και να τεκμηριώνονται από τα τιμολόγια/παραστατικά αγοράς/χρέωσης των επιμέρους καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας. Προτείνεται ο υπολογισμός της ετήσιας κατανάλωσης να προκύπτει από δεδομένα τουλάχιστον τριετίας (εάν υπάρχουν). Όπου απαιτείται ο καταμερισμός των καταναλώσεων, για παράδειγμα πετρέλαιο θέρμανσης σε μια πολυκατοικία, γίνεται σύμφωνα με την κατανομή δαπανών, ή τα στοιχεία ωρομέτρησης, ή θερμιδομέτρησης. Σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφεται η αντίστοιχη περίοδος από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/05 μέχρι 15/6/08).

- Πηγή ενέργειας. Καταγράφεται η πηγή ενέργειας που καταναλώνεται: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τυποποιημένη βιομάζα, Τηλεθέρμανση (από ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (από ΑΠΕ).
- Τελική χρήση. Καταγράφεται η τελική χρήση της καταναλισκόμενης ενέργειας: θέρμανση, ψύξη, αερισμό, Ζ.Ν.Χ., φωτισμό, συσκευές, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- Ετήσια Κατανάλωση και Περίοδος Καταγράφεται η πραγματική μέση ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια, για παράδειγμα, ηλεκτρική ενέργεια (kWh), πετρέλαιο θέρμανσης (lt) φυσικό αέριο σε Nm3, σύμφωνα με τα τιμολόγια/παραστατικά αγοράς/χρέωσης. Αντίστοιχα καταγράφεται η περίοδος από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/05 μέχρι 15/6/08).

  Το κόστος των διαφορετικών πηγών ενέργειας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς όπως κατά περίπτωση καθορίζεται από τους αρμόδιους φορείς.

Οι εσωτερικοί χώροι πρέπει να πληρούν τις απαιτούμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, αερισμού, επίπεδα φωτισμού, χρωμάτων, θορύβων ή άλλων ενοχλήσεων και ποιότητας αέρα. Στόχος μας είναι η επίτευξη των επιθυμητών επιπέδων για όλες αυτές τις παραμέτρους, έτσι ώστε ο χρήστης των χώρων αυτών να βρίσκεται σε ένα περιβάλλον που προσφέρει τις κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης ή εργασίας, με ορθολογική χρήση ενέργειας.

Η καλή ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος στα κτίρια προσφέρει πλήρη άνεση, δηλαδή:

- θερμική άνεση,
- οπτική άνεση,
- ακουστική άνεση,

  μέσα σε ένα υγιεινό περιβάλλον, δηλαδή με την κατάλληλη
- ποιότητα εσωτερικού αέρα.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής, κατά την διάρκεια της επιθεώρησης του κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη:

- τους εθνικούς και ευρωπαϊκούς κανονισμούς, όπως ΕΛΟΤ ΕΝ 15251:2007 (Παράμετροι εσωτερικών περιβαλλοντικών εισροών για το σχεδιασμό και την αποτίμηση των ενεργειακών επιδόσεων κτιρίων σχετικά με την εσωτερική ποιότητα του αέρα, το θερμικό περιβάλλον, το φωτισμό και την ακουστική) και άλλους διεθνώς αναγνωρισμένους κανονισμούς, για παράδειγμα, σχετικά με την θερμική άνεση (ΕΛΟΤ ΕΝ 7730:2005, ANSI/ASHRAE Standard 55:2004), την οπτική άνεση (ΕΝ 12464-1:2003), την ακουστική άνεση (ΕΝ 15251:2007), τον αερισμό και την ποιότητα εσωτερικού αέρα (ANSI/ASHRAE Standard 62.1:2007) και τις συνθήκες σχεδιασμού σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1,
- τις επικρατούσες συνθήκες, για παράδειγμα, θερμοκρασία, υγρασία, συνολικές αλλαγές αέρα και νωπού αέρα, επανακυκλοφορία, εξαερισμό, πιθανές πηγές και επίπεδα εσωτερικών ρύπων σε σχέση με τα επιτρεπτά όρια,
- τους τύπους και την ποιότητα των Η/Μ εγκαταστάσεων και συστημάτων κλιματισμού και φωτισμού, και
- την λειτουργική τους κατάσταση

  καταγράφει εάν ικανοποιούνται οι συνθήκες άνεσης και η ποιότητα εσωτερικού αέρα, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου:

- Συνθήκες θερμικής άνεσης ☑
- Συνθήκες οπτικής άνεσης ☑
- Συνθήκες ακουστικής άνεσης ☑
- Ποιότητα εσωτερικού αέρα ☑

2.1.7. Πίνακας 4 – Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Τα φωτοβολταϊκά (ΦΒ) στοιχεία μετατρέπουν μέρος της διαθέσιμης (άμεσης και διάχυτης) ηλιακής ενέργειας σε συνεχές ρεύμα (DC). Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ή να αποθηκευτεί σε μπαταρίες. Το συνεχές ρεύμα μπορεί μέσω ενός μετατροπέα να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο (AC) το οποίο χρησιμοποιούν οι περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές. Το υλικό που συνήθως χρησιμοποιείται για την κατασκευή φωτοβολταϊκών είναι το πυρίτιο με διάφορες προσμίξεις (πχ φώσφορο, βόριο) για την ενίσχυση της διαφοράς δυναμικού. Υπάρχουν διαφόρων τύπων ΦΒ, ανάλογα την κρυσταλλική τους δομή, με διαφορετικές αποδόσεις. Το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο αποτελείται από μεγάλους κρυστάλλους στη σύστασή του, με σύνηθες χρώμα συνήθως ομοιόμορφο γαλάζιο ή μπλε. Το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο είναι κοκκοειδές στην μορφή του, με σύνηθες χρώμα συνήθως γαλάζιο με πιο ανοιχτόχρωμα "σύννεφα". Αντικατέστησε το μονοκρυσταλλικό στην κατασκευή ΦΒ σε επίγειες εφαρμογές, λόγω του μικρότερου κόστους. Έχουν όμως μικρότερη απόδοση. Το άμορφο πυρίτιο είναι καθαρό πυρίτιο που δεν έχει κρυσταλλική δομή, ενώ το πάχος των επιφανειών τους είναι περίπου μόνο 1 μm (10^{-6} cm). Είναι πολύ φτηνά στην κατασκευή τους και έχουν σημαντικά μικρότερο κόστος. Οι αποδόσεις όμως είναι μικρότερες σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά. Τα φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου εμφανίζουν το πρόβλημα μείωσης της απόδοσης με την πάροδο του χρόνου. Οι αποδόσεις των ΦΒ μετρώνται σε συνθήκες εργαστηρίου (ένταση ακτινοβολίας 1000 W/m^2, θερμοκρασία επιφανείας ΦΒ 25, 45, & 60 ^oC, και αέρια μάζα 1,5).

Οι εφαρμογές της αιολικής ενέργειας βασίζονται στην εκμετάλλευση των επιφανειακών ανέμων. Η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται λόγω της τραχύτητας του εδάφους και τα εμπόδια, ενώ η διεύθυνση του ανέμου κοντά στο έδαφος διαφοροποιείται από την διεύθυνση των γεωστροφικών ανέμων. Οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ) είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η εγκατάσταση μικρής ισχύος Α/Γ στο αστικό περιβάλλον προϋποθέτει όπως πάντα προσεκτική μελέτη του αιολικού δυναμικού σε συνδυασμό με τα γειτονικά εμπόδια, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ισχύουσας νομοθεσίας.

Οι βασικοί δυο τύποι Α/Γ που πλέον χρησιμοποιούνται είναι: οριζόντιου άξονα και κατακόρυφου άξονα, με διαφορετικού τύπου πύργους στήριξης και αριθμό πτερυγίων. Η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζει άμεσα την δυνατότητα παραγωγής ενέργειας από μια Α/Γ. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι περιοχές στις οποίες επικρατούν άνεμοι με ικανοποιητικές μέσες ετήσιες ταχύτητες (πχ 3,6 m/s ή 13 km/h για μικρές έως 25 kW μηχανές), δεδομένου ότι η απόδοση των Α/Γ είναι συνάρτηση της τρίτης δύναμης, της ταχύτητας του ανέμου. Οι ασύγχρονες γεννήτριες είναι πιο οικονομικές και απλής κατασκευής. Συνδέονται χωρίς προβλήματα με το ηλεκτρικό δίκτυο (δεν υπάρχει κίνδυνος ταλαντώσεων συχνότητας) εάν είναι σύμφωνο με την ισχύουσα νομοθεσία. Οι ασύγχρονοι ηλεκτροκινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα είναι οι πλέον διαδεδομένοι και απλούστεροι ηλεκτροκινητήρες. Συγκριτικά έχουν χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης. Οι σύγχρονες μηχανές είναι κατά κανόνα λιγότερο οικονομικές και λιγότερο απλές στην κατασκευή τους απ' ότι οι ασύγχρονες. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για αυτόνομη λειτουργία, είτε παράλληλα με το ηλεκτρικό δίκτυο (εάν είναι σύμφωνο με την ισχύουσα νομοθεσία) ακόμα και στην περίπτωση που η ισχύς τους είναι συγκρίσιμη με αυτή του δικτύου, αφού οι μηχανές αυτές αυτοδιεγείρονται. Για την σύνδεσή τους όμως με το ηλεκτρικό δίκτυο (εάν είναι σύμφωνο με την ισχύουσα νομοθεσία) απαιτείται μετατροπέας ηλεκτρικού ρεύματος.

Η ποσότητα της ενέργειας που αποδίδει ο άνεμος στην πτερωτή της Α/Γ εξαρτάται από την επιφάνεια του δρομέα της Α/Γ, την ταχύτητα του ανέμου και την πυκνότητα του αέρα. Η ετήσια συλλεγόμενη ενέργεια είναι μέγιστη όταν η ονομαστική ταχύτητα της ανεμογεννήτριας είναι 1,5 ÷ 2 φορές μεγαλύτερη από την μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου σε μια περιοχή. *Μια Α/Γ εκμεταλλεύεται*

μέχρι το 59,3% της κινητικής ενέργειας του ανέμου (Νόμος του Betz), *δηλαδή η μέγιστη ισχύς μιας Α/Γ* για δεδομένη ταχύτητα ανέμου υπολογίζεται με ένα συντελεστή ισχύος C_p=0,593 (πηλίκο της πραγματικής ενεργειακής απόδοσης της μηχανής προς την θεωρητικά μέγιστη τιμή, εάν η μηχανή λειτουργούσε συνεχώς σε συνθήκες μέγιστης απόδοσης για όλες τις ώρες του χρόνου). Ο συντελεστής ισχύος μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την ταχύτητα του ανέμου και συνήθως κυμαίνεται από 20-70% και τις περισσότερες φορές 25-30%.



Η καταγραφή των φωτοβολταϊκών (ΦΒ) αφορά στην περίπτωση που το κτίριο διαθέτει φωτοβολταϊκά για κάλυψη του συνόλου ή μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια του προς επιθεώρηση κτιρίου/ τμήματος κτιρίου και όχι για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο.

2.1.7.1. Πίνακας 4.1 – Φωτοβολταϊκά (ΦΒ)

- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος των ΦΒ: Μονοκρυσταλλικό, Πολυκρυσταλλικό, Λεπτού υμένα άμορφο a-Si, Λεπτού υμένα μικρομορφικό μ-Si., Λεπτού υμένα CIS-CIGS, Λεπτού υμένα CdTe, Τριπλής επαφής (triple junction).
- Έτος εγκατάστασης. Καταγράφεται το έτος εγκατάστασης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας. Καταγράφεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με τον τύπο του ΦΒ, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τον κατασκευαστή ή με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Επιφάνεια (m^2). Καταγράφεται η συνολική επιφάνεια των ΦΒ.
- Ισχύς (kW). Καταγράφεται η συνολική ονομαστική ισχύς.
- Προσανατολισμός (°). Καταγράφεται ο προσανατολισμός της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών (συνήθως νότιος). Για παράδειγμα, επιφάνεια προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.
- Κλίση (°). Καταγράφεται η κλίση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών. Συνήθως για την Ελλάδα και για ετήσια χρήση η κλίση κυμαίνεται μεταξύ 26° - 30° ή σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Γωνία θέασης εμποδίου α (°). Καταγράφεται η γωνία θέασης του εμποδίου σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης.

- Συντελεστής σκίασης. Καταγράφεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των ΦΒ, λόγω της σκίασης από εμπόδια στον περιβάλλοντα χώρο, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- Κόστος (€/m^2). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) ανά τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.7.2. Πίνακας 4.2 – Ανεμογεννήτριες Αστικού Περιβάλλοντος

- Ισχύς (kW). Καταγράφεται η συνολική ονομαστική ισχύς των ανεμογεννητριών αστικού περιβάλλοντος.
- Συντελεστής ισχύος. Καταγράφεται ο συντελεστής ισχύος.
- Σύνδεση δικτύου. Καταγράφεται ο τρόπος σύνδεσης των ανεμογεννητριών με το ηλεκτρικό δίκτυο, αν είναι αυτόνομο ή διασυνδεδεμένο με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής (εάν είναι σύμφωνο με την ισχύουσα νομοθεσία).
- Χώρος τοποθέτησης. Καταγράφεται ο χώρος τοποθέτησης των ανεμογεννητριών (π.χ. δώμα, προαύλιος χώρος κ.ά.)



Η χρήση Α/Γ δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

2.1.8. Πίνακας 5 – Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού & Θερμότητας (ΣΗΘ)

Η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) είναι η τεχνολογία συνδυασμένης παραγωγής μηχανικής ή ηλεκτρικής και αξιοποιούμενης θερμικής ενέργειας από την ίδια πηγή καυσίμου (CHP - Combined Heat & Power). Το μηχάνημα της συμπαραγωγής είναι ένας κινητήρας συνδεδεμένος με μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Από την διαδικασία ψύξης του κινητήρα αλλά και από την ανάκτηση θερμότητας από τα καυσαέρια, γίνεται παράλληλα και παραγωγή θερμικής ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση του βαθμού απόδοσης. Ιδιαίτερα σε μεγάλα κτίρια, τα οποία παρουσιάζουν παράλληλα μεγάλες ανάγκες σε ηλεκτρική και θερμική ενέργεια (πχ νοσοκομεία, ξενοδοχεία) για όλη τη διάρκεια του έτους, η συμπαραγωγή αποτελεί πλέον μια δοκιμασμένη και επιτυχημένη τεχνολογία.

Οι μονάδες ΣΗΘ που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι με: μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), αεριοστροβίλους, μονάδες συνδυασμένου κύκλου, κυψέλες καυσίμου κ.ά. Για την λειτουργία των μονάδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε ορυκτό καύσιμο ή βιομάζα. Οι αποδόσεις συστημάτων συμπαραγωγής φτάνουν το 90% σε σύγκριση με το 57,5% για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας με συμβατικό σύστημα. Η ισορροπία μεταξύ του ηλεκτρικού και θερμικού φορτίου είναι συνήθως ένας λόγος ηλεκτρικής ισχύος προς θερμικό φορτίο 1:2. Το θερμικό φορτίο είναι συνήθως το κριτήριο για την διαστασιολόγηση του συστήματος. Ανάλογα, η πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγεται μπορεί να διοχετεύεται προς το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο (εάν είναι σύμφωνο με την ισχύουσα νομοθεσία). Η παραγόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για θέρμανση το χειμώνα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το καλοκαίρι για ψύξη σε συνδυασμό, για παράδειγμα, με ψύκτες απορρόφησης (τρι-παραγωγή).

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.



Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Μονάδα. Καταγράφεται η μονάδα ΣΗΘ: Κυψέλες καυσίμου, Μηχανή Stirling, Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL, Μικροτουρμπίνα, Ατμοστρόβιλος Απομάστευσης, Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας.
- Πηγή ενέργειας. Καταγράφεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας ΣΗΘ: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τυποποιημένη βιομάζα, Τηλεθέρμανση (από ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (από ΑΠΕ).

- Τελικές Χρήσεις. Καταγράφονται οι τελικές επιμέρους χρήσεις της παραγόμενης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την μονάδα ΣΗΘ: θέρμανση, ψύξη, αερισμό, Ζ.Ν.Χ., φωτισμός, συσκευές, άλλο (προσδιορίζεται).

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, ανάλογα με τις τελικές χρήσεις που καλύπτονται καταχωρούνται στις αντίστοιχες οθόνες του συστήματος θέρμανσης, ψύξης και Ζ.Ν.Χ. σαν καύσιμο του συστήματος παραγωγής το σύστημα ΣΗΘ.

- Κάλυψη φορτίων (kW). Καταγράφονται τα ηλεκτρικά και θερμικά φορτία που καλύπτει η μονάδα ΣΗΘ, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης της εγκατάστασης.
- Συνολική Ισχύς (kW). Καταγράφεται η συνολική ηλεκτρική & θερμική ισχύς της μονάδας ΣΗΘ.

Δεν απαιτούνται (Κάλυψη φορτίων, Συνολική Ισχύς) κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Βαθμός απόδοσης. Καταγράφεται ο ετήσιος βαθμός ηλεκτρικής και θερμικής απόδοσης της μονάδας ΣΗΘ, σύμφωνα με τις τιμές που προέρχονται από τον κατασκευαστή ή με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις που σχετίζονται με το ΣΗΘ.

Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.9. Πίνακας 6 – Ύδρευση, Αποχέτευση, Άρδευση Κτιρίου

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει τα επιπλέον στοιχεία για τον Η/Μ εξοπλισμό των εγκαταστάσεων ύδρευσης, αποχέτευσης και άρδευσης που εξυπηρετούν το κτίριο.

- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος του συστήματος: Ύδρευση, Αποχέτευση ή Άρδευση.
- Αριθμός. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των συστημάτων του συγκεκριμένου τύπου που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.
- Ισχύς (kW). Καταγράφεται η συνολική ισχύς των κινητήρων που λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.
- Χρόνος λειτουργίας (h). Καταγράφεται ο μέσος ετήσιος χρόνος λειτουργίας των κινητήρων που λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.
- Ρυθμιστής στροφών (inverter). Καταγράφεται η χρήση ρυθμιστή στροφών (inverter), εάν υπάρχουν, στους κινητήρες, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.



Η χρήση κινητήρων των εγκαταστάσεων ύδρευσης, αποχέτευσης και άρδευσης που εξυπηρετούν το κτίριο δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

2.1.10. Πίνακας 7 – Ανελκυστήρες & Κυλιόμενες Σκάλες Κτιρίου

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει τα επιπλέον στοιχεία για τον Η/Μ εξοπλισμό των εγκαταστάσεων οριζόντιας και κάθετης κίνησης που εξυπηρετούν το κτίριο.

- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος του συστήματος: Μηχανικός ανελκυστήρας, Υδραυλικός ανελκυστήρας, Κυλιόμενες Σκάλες, Κυλιόμενοι Διάδρομοι.
- Αριθμός. Καταγράφεται ο αριθμός των συστημάτων του συγκεκριμένου τύπου που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.
- Ισχύς (kW). Καταγράφεται η συνολική ισχύς των κινητήρων που λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.
- Χρόνος λειτουργίας (h). Καταγράφεται ο μέσος ετήσιος χρόνος λειτουργίας των κινητήρων που λειτουργούν για τα συγκεκριμένου τύπου συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.
- Αυτοματισμοί. Καταγράφεται η χρήση αυτοματισμών διακοπτόμενης λειτουργίας, εάν υπάρχουν, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.



Η χρήση κινητήρων των εγκαταστάσεων οριζόντιας και κάθετης κίνησης που εξυπηρετούν το κτίριο δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Οι Πίνακες 8 – 15.3 **συμπληρώνονται για κάθε θερμική ζώνη** του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου.

2.1.11. Πίνακας 8 – Γενικά Χαρακτηριστικά Θερμικών Ζωνών

Προτείνεται ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες του προς επιθεώρηση κτιρίου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, να προηγηθεί της ενεργειακής επιθεώρησης, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία της επιθεώρησης και της καταγραφής των απαιτούμενων πληροφοριών.

Για κάθε θερμική ζώνη, ή συνολικά του κτιρίου αν πρόκειται για μονοζωνικό κτίριο, καθορίζονται οι γενικές πληροφορίες της ζώνης οι οποίες περιλαμβάνουν:

- α/α Θερμικής Ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης (π.χ. 1, 2 κ.ά.), ανάλογα με το πόσες θερμικές ζώνες έχουν οριστεί στο συγκεκριμένο κτίριο. Ο αριθμός αυτός στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να προσδιορίζει την αντίστοιχη θερμική ζώνη.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Χρήση. Καταγράφεται η χρήση της θερμικής ζώνης σύμφωνα με τον Πίνακα 1α της παρ. 2.1.1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, επιλέγεται μια από τις χρήσεις που εμφανίζονται στον κατάλογο για τη χρήση της θερμικής ζώνης.

- Συνολική επιφάνεια (m^2). Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου της θερμικής ζώνης, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m^2 K). Καταγράφεται η μέση ανηγμένη θερμοχωρητικότητα της κατασκευής, ανάλογα με την κατηγορία 1-5, σύμφωνα με την λεπτομερή περιγραφή και τις τυπικές τιμές που περιλαμβάνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που έχουν προηγηθεί σχετικοί υπολογισμοί, καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.
- Αριθμός υπνοδωματίων ή Αριθμός κλινών. Καταγράφεται ο αριθμός κυρίων δωματίων (υπνοδωμάτια) για κατοικίες ή ο αριθμός των κλινών για κτίρια προσωρινής διαμονής, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της ετήσιας κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ. σύμφωνα με τον Πίνακα 2.5 από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Μέση κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. (m^3/έτος). Καταγράφεται η συνολική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. ετησίως.

- Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου Ζ.Ν.Χ. Καταγράφεται η ύπαρξη διατάξεων αυτομάτου ελέγχου του κεντρικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ.
- Τύπος Αυτοματισμών. Καταγράφονται οι τύποι αυτοματισμών, λόγω της λειτουργίας συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμών, για παράδειγμα, από απλά τοπικά συστήματα ελέγχου μέχρι κεντρικά συστήματα διαχείρισης ενέργειας (BEMS), σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5 από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της Κατηγορίας διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών.

- Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών. Καταγράφεται, η κατηγορία διατάξεων αυτομάτου ελέγχου, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5 από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m^3/h). Καταγράφεται η συνολική διείσδυση του εξωτερικού (νωπού) αέρα από τις χαραμάδες κουφωμάτων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Αριθμός καμινάδων. Καταγράφεται ο αριθμός των καμινάδων εστιών καύσης στην συγκεκριμένη ζώνη.
- Αριθμός θυρίδων εξαερισμού. Καταγράφεται ο αριθμός των θυρίδων εξαερισμού στην συγκεκριμένη ζώνη.

Η διείσδυση αέρα επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτιρίου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Η διείσδυση αέρα από τις καμινάδες και θυρίδων εξαερισμού για συσκευές φυσικού αερίου, εάν υπάρχουν, επηρεάζουν την διείσδυση αέρα στους εσωτερικούς χώρους, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Αριθμός ανεμιστήρων οροφής. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός ανεμιστήρων οροφής που λειτουργούν στην συγκεκριμένη ζώνη. Από τις πλέον επιτυχημένες τεχνικές υβριδικού δροσισμού, είναι η χρησιμοποίηση των ανεμιστήρων οροφής, οι οποίοι βελτιώνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης σε μη κλιματιζόμενους χώρους, και σε κλιματιζόμενα κτίρια, επιτρέπουν την ρύθμιση του θερμοστάτη μια κλιματιστικής μονάδας σε υψηλότερη θερμοκρασία, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό.
- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής.

Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.12. Πίνακας 9 – Κτιριακό Κέλυφος

Για κάθε θερμική ζώνη καταγράφονται όλα τα στοιχεία για τις αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες του κελύφους και για τις εσωτερικές επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή αίθρια.

Τα στοιχεία του κελύφους που ανήκουν σε «Μη Θερμαινόμενους Χώρους» και «Ηλιακούς Χώρους», εάν υπάρχουν, καταγράφονται στον Πίνακα 16.1 και 16.2 της ενότητας 2.1.19.

- Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών που διαθέτει το κτίριο. Σαν εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες ορίζονται οι επιφάνειες μεταξύ θερμικών ζωνών και μη θερμαινόμενων χώρων ή/και ηλιακών χώρων.

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, το πεδίο «Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών» είναι ενεργό, μόνο σε περίπτωση που έχει καταγραφεί «Μη θερμαινόμενος χώρος» ή/και «Ηλιακός χώρος» (Πίνακας 3α), αλλιώς είναι ανενεργό.

2.1.12.1. <u>Πίνακας 9.1 – Αδιαφανείς Επιφάνειες</u>

2.1.12.1.1. <u>Πίνακας 9.1α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον</u>

- α/α Στοιχείου. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του δομικού στοιχείου (πχ τοίχος, οροφή, πυλωτή).

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τύπος/ Περιγραφή. Καταγράφεται ο τύπος του δομικού στοιχείου (Τοίχος, Οροφή, Πυλωτή, Πόρτα, Μεσοτοιχία) και μια σύντομη περιγραφή.

Ο τύπος «Μεσοτοιχία» αναφέρεται ΜΟΝΟ σε μεσοτοιχίες με όμορα κτίσματα που είναι θερμαινόμενα. Στην περίπτωση που το όμορο κτίσμα είναι μη θερμαινόμενος χώρος (λόγω χρήσης), τότε η συγκεκριμένη επιφάνεια θεωρείται ότι συνορεύει με τον εξωτερικό αέρα προς την πλευρά του όμορου κτηρίου και χαρακτηρίζεται «Τοίχος».

- Προσανατολισμός (°). Καταγράφεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Για παράδειγμα, επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.
- Κλίση (°). Καταγράφεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακορύφου (ζενίθ) της περιοχής. Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90°, μια επίπεδη οροφή 0°, ενώ μια πυλωτή 180°.
- Εμβαδόν (m^2). Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας, U ($W/m^2.K$). Καταγράφεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτίρια υπολογίζεται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Για τα νέα κτίρια μετά την ισχύ του Κ.Εν.Α.Κ., ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για κτίρια που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Υλικό / χρώμα επιφάνειας. Καταγράφεται το υλικό και το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του δομικού στοιχείου, που καθορίζουν τις θερμοοπτικές ιδιότητες σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της Απορροφητικότητας.

- Απορροφητικότητα. Καταγράφεται η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και το χρώμια των τελικών επιστρώσεων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την απορροφητικότητα του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.
- Εκπομπή στην θερμική ακτινοβολία. Καταγράφεται ο συντελεστής εκπομπής για την θερμική ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τις τυπικές

τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την εκπεμψιμότητα του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.

- Γωνία θέασης εμποδίου α (°). Καταγράφεται η γωνία θέασης του εμποδίου σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από τον ορίζοντα.

- Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 βάσει του περιβάλλοντα χώρου. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- Γωνία προβόλου/τέντας/ περσίδων β (°). Καταγράφεται η γωνία προβόλου ή τέντας ή περσίδων σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από προβόλους ή τέντες ή περσίδες.

- Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια κ.ά.) κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Σε περίπτωση εξωτερικού κινητού σκιάστρου, για παράδειγμα τέντες και εξωτερικές περσίδες, η γωνία σκιάστρου και ο συντελεστής σκίασης κατά την θερινή περίοδο, προσδιορίζονται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και καταγράφονται στη θέση των ανωτέρω.

- Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°). Καταγράφεται η γωνία της αριστερής και της δεξιάς πλευρικής προεξοχής, σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές.

- Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.ά.) κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Γιά όλους τους συντελεστές σκίασης ανά όψη (με ίδιο προσανατολισμό), κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Θερμογέφυρες επί της επιφάνειας. Καταγράφονται, για κτίρια ή τμήμα κτιρίου με έτος κατασκευής μετά το 2010 (Ομάδα κτιρίων ΙΙΙ) σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, αναλυτικά δεδομένα για τις θερμογέφυρες των αντίστοιχων δομικών στοιχείων, όπως μια σύντομη περιγραφή, το μήκος (m) της θερμογέφυρας και ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ, (W/m·K).

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση δεν εμφανίζεται το πεδίο για τις θερμογέφυρες εάν το έτος κατασκευής είναι πριν το 2010 (Ομάδα κτιρίων Ι και ΙΙ), όπως επίσης και εάν υπάρχουν

περισσότερα από ένα έτη κατασκευής και το πρώτο είναι πριν από το 2010, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Κόστος (€/m²). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) ανά m² επιφάνειας από επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στο συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (π.χ. θερμομόνωση, βάψιμο εξωτερικής επιφάνειας, εξωτερική σκίαση κ.ά.).

 Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

 Αδιαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» και περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, τοίχο θερμικής μάζας (χωρίς θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες αερισμού) συμπαγούς κατασκευής, ή τοίχο Trombe, δεν λαμβάνονται υπόψη σαν Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, αλλά σαν απλά δομικά στοιχεία (Πίνακας 9.1α). Τα στοιχεία «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς.

2.1.12.1.2. <u>Πίνακας 9.1β Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος</u>

- α/α Στοιχείου. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του δομικού στοιχείου

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τύπος/ Περιγραφή. Καταγράφεται ο τύπος του δομικού στοιχείου (Τοίχος, Δάπεδο) και μια σύντομη περιγραφή.
- Εμβαδόν (m²). Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας, U (W/m².K). Καταγράφεται ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτίρια υπολογίζεται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Για τα νέα κτίρια μετά την ισχύ του Κ.Εν.Α.Κ., ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για κτίρια που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Βάθος έδρασης (m). Καταγράφεται το βάθος μέσα στο έδαφος στο οποίο βρίσκεται η επιφάνεια, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για τοίχους (Κατακόρυφα δομικά στοιχεία), καταγράφονται δύο τιμές, που αντιστοιχούν στο βάθος από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο (ανώτερο) και στο βάθος μέχρι του οποίου εκτείνεται το δομικό στοιχείο (κατώτερο). Για δάπεδα (Πλάκα σε έδαφος), καταγράφεται μόνο το βάθος μέχρι του οποίου εκτείνεται το δομικό στοιχείο (κατώτερο). Για δάπεδα σε επαφή με το έδαφος, το βάθος λαμβάνεται 0.
- Περίμετρος πλάκας (m). Καταγράφεται η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας. Σε περίπτωση τοίχου δεν απαιτείται.
- Κόστος (€/m²). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) ανά m² επιφάνειας από επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στο συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (π.χ. θερμομόνωση κ.ά.).

 Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.12.1.3. Πίνακας 9.1γ Δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο

Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 9.1α στην ενότητα 2.1.12.1.1, εάν υπάρχει «Μη θερμαινόμενος χώρος» ή «Ηλιακός χώρος».

- Διαχωρισμός με χώρο. **Καθορισμός του μη θερμαινόμενου χώρου** ή του **ηλιακού χώρου** με τον οποίο εφάπτεται η συγκεκριμένη εσωτερική διαχωριστική επιφάνεια.
- Κυκλοφορία αέρα (m^3/h). Ο ρυθμός της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα μεταξύ της ζώνης και του συγκεκριμένου εφαπτόμενου μη θερμαινόμενου χώρου, ή ηλιακού χώρου, λαμβάνεται μηδενικός σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 0 m^3/h.

2.1.12.2. Πίνακας 9.2 – Διαφανείς Επιφάνειες



Διαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «Άμεσου Ηλιακού Κέρδους» σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 καταγράφονται **ΜΟΝΟ** στα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, Πίνακας 10.1.



Διαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» και περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας (χωρίς θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες αερισμού) συμπαγούς κατασκευής, ή τοίχο Trombe, δεν λαμβάνονται υπόψη. Τα στοιχεία «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς. Προς το παρόν, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, στην περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας τότε στους υπολογισμούς, λαμβάνεται ότι η επιφάνεια του Π.Η.Σ. είναι μια συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας U_{V-W} (W/(m²K)) το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη θερμική ζώνη (πίνακας 3.3). Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, συντελεστής σκίασης, απορροφητικότητα και συντελεστής εκπομπής στην θερμική ακτινοβολία, λαμβάνονται όπως οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς.

2.1.12.2.1. Πίνακας 9.2α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

- α/α Στοιχείου. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του δομικού στοιχείου (παράθυρα, γυάλινες προσόψεις, φεγγίτες κ.ά.).

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τύπος / Περιγραφή Καταγράφεται ο τύπος του δομικού στοιχείου (Ανοιγόμενο κούφωμα, Μη ανοιγόμενο κούφωμα. Ανοιγόμενη πρόσοψη, Μη ανοιγόμενη πρόσοψη) και μια σύντομη περιγραφή.
- Προσανατολισμός (°). Καταγράφεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Για παράδειγμα, επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.

- Κλίση (°). Καταγράφεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακορύφου (ζενίθ περιοχής). Ένα κατακόρυφο άνοιγμα έχει κλίση 90°, ένας φεγγίτης σε μια επίπεδη οροφή 0°.
- Διαστάσεις κατακόρυφων στοιχείων. Καταγράφεται το πλάτος (m) της διαφανούς επιφάνειας του ανοίγματος.
- Διαστάσεις στοιχείων οροφής. Καταγράφεται το εμβαδόν (m^2) της περιοχής που βρίσκεται κάτω από το στοιχείο και εκτείνεται 1,5 m πέρα από τα όρια της προβολής του.

Δεν απαιτούνται (Διαστάσεις κατακόρυφων στοιχείων, Διαστάσεις στοιχείων οροφής) κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της περιοχής φυσικού φωτισμού, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, η οποία καταγράφεται στον Πίνακα 14.

- Εμβαδόν (m^2). Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν της διαφανούς επιφάνειας, συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου.
- Τύπος πλαισίου. Καταγράφεται ο τύπος του πλαισίου: Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή (θ.δ.), Μεταλλικό πλαίσιο με θ.δ.12mm, Μεταλλικό πλαίσιο με θ.δ.24mm, Συνθετικό πλαίσιο, Ξύλινο πλαίσιο.
- Ποσοστό πλαισίου (%). Καταγράφεται το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος.
- Τύπος υαλοπίνακα. Καταγράφεται το υλικό του υαλοπίνακα: Μονός υαλοπίνακας, Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα, Δίδυμος έγχρωμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα, Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm, Δίδυμος έγχρωμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα, Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμψιμότητας, Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμψιμότητας, Διπλό παράθυρο.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος, U (W/m^2K). Καταγράφεται ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος (για τον υαλοπίνακα μαζί με το πλαίσιο του κουφώματος), σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση τα πεδία για τον Τύπο πλαισίου, το Ποσοστό πλαισίου και τον Τύπο υαλοπίνακα εισάγονται στο πεδίο «Τύπος ανοίγματος» και καθορίζουν τον Συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με το U του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η περιγραφή του τύπου ανοίγματος και η συγκεκριμένη τιμή για τον συντελεστή θερμοπερατότητας.

- Διαπερατότητα. Καταγράφεται ο συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, όπως προκύπτει από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή ή σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση τα πεδία για το Ποσοστό πλαισίου και τον Τύπο υαλοπίνακα καθορίζουν τον Συντελεστή διαπερατότητας του δομικού στοιχείου, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε διαφορετική περίπτωση, εισάγεται η τιμή για τον συντελεστή διαπερατότητας.

- Γωνία θέασης εμποδίου α (°). Καταγράφεται η γωνία θέασης του εμποδίου σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από τον ορίζοντα.

- Συντελεστής σκίασης (%) – Ορίζοντας. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, κατά την χειμερινή και θερινή

περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 βάσει του περιβάλλοντα χώρου. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

- Γωνία προβόλου/τέντας/ περσίδων β (°). Καταγράφεται η γωνία προβόλου ή τέντας ή περσίδων σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από προβόλους ή τέντες ή περσίδες.

- Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (προβόλοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια κ.ά.) κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Σε περίπτωση εξωτερικού κινητού σκιάστρου, για παράδειγμα τέντες και εξωτερικές περσίδες, η γωνία σκιάστρου και ο συντελεστής σκίασης κατά την θερινή περίοδο, προσδιορίζονται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και καταγράφονται στη θέση των ανωτέρω.

- Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°). Καταγράφεται η γωνία της αριστερής και της δεξιάς πλευρικής προεξοχής σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές.

- Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.ά.) κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Ο ορισμός των διαφανών επιφανειών γίνεται σε σχέση με τον προσδιορισμό των συντελεστών σκίασης και των αντίστοιχων γωνιών, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Κόστος (€/m^2). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) ανά m^2 επιφάνειας από επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στο συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (π.χ. αλλαγή κουφωμάτων, αλλαγή υαλοπινάκων, αεροστεγάνωση ανοιγμάτων, εξωτερική σκίαση κ.ά.).

 Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.12.2.2. Πίνακας 9.2β Δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο

Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 9.2α στην ενότητα 2.1.12.2.1, εάν υπάρχει «Μη θερμαινόμενος χώρος» ή «Ηλιακός χώρος».

2.1.13. Πίνακας 10 – Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων (η λειτουργία τους βασίζεται κυρίως στο φαινόμενο του θερμοκηπίου) και για τον φυσικό φωτισμό

εσωτερικών χώρων. Στα Ελληνικά κτίρια, σε συνδυασμό με τις τεχνικές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής μπορούν να καλύψουν σημαντικά ποσοστά των ενεργειακών αναγκών σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια, και να εξασφαλίσουν συνθήκες άνεσης στο χώρο όταν υπάρχει δυνατότητα ελέγχου και προσαρμογής για την περίοδο του καλοκαιριού (ελαχιστοποίηση των ηλιακών κερδών) με την κατάλληλη ηλιοπροστασία και πιθανώς φυσικό αερισμό.

Για να λειτουργήσουν σωστά τα παθητικά ηλιακά συστήματα, προϋποθέτουν: Σωστή τοποθέτηση των επιφανειών (προσανατολισμός, σχήμα κτιρίου για την συλλογή και εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας μεγιστοποιώντας τα ηλιακά κέρδη), Κατάλληλο εξωτερικό κέλυφος (ιδιότητες επιφανειών, μέγεθος διαφανών επιφανειών, δομικά υλικά με κατάλληλη θερμοχωρητικότητα για την αποθήκευση της συλλεγόμενης θερμότητας, οπτικές ιδιότητες διαφανών επιφανειών), Ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών μέσω του κελύφους του χώρου ή των υλικών που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας, Κατάλληλη διάταξη εσωτερικών χώρων για την συλλογή, αποθήκευση και διανομή της θερμότητας.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, περιλαμβάνουν συστήματα:

- Άμεσου ηλιακού κέρδους. Ο εσωτερικός χώρος θερμαίνεται άμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται από τα νότια μεγάλα υαλοστάσια ή ανοίγματα.



Οι διαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «Άμεσου Ηλιακού Κέρδους» δεν καταγράφονται στον Πίνακα 9.2 (Διαφανείς Επιφάνειες), αλλά στον Πίνακα 10.1.

- Έμμεσου ηλιακού κέρδους - Τοίχος θερμικής μάζας Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με έμμεσο τρόπο, μέσω αποθηκευτικού συστήματος, για παράδειγμα, νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας (χωρίς θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες αερισμού) συμπαγούς κατασκευής.
- Έμμεσου ηλιακού κέρδους - Τοίχος Trombe. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με έμμεσο τρόπο, μέσω αποθηκευτικού συστήματος, για παράδειγμα, νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας με θυρίδες αερισμού μέσω θερμοσιφωνικής ροής.



Τα στοιχεία «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς. Προς το παρόν, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, στην περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας τότε στους υπολογισμούς, λαμβάνεται ότι η επιφάνεια του Π.Η.Σ. είναι μια συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{V\text{-}W}$ (W/(m^2.K)) το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη θερμική ζώνη (πίνακας 3.3.). Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, συντελεστής σκίασης, απορροφητικότητα και συντελεστής εκπομπής στην θερμική ακτινοβολία, λαμβάνονται όπως οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς.

2.1.13.1. <u>Πίνακας 10.1 Άμεσου Ηλιακού Κέρδους</u>

Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 9.2α στην ενότητα 2.1.12.2.1.

- α/α Θερμικής ζώνης σε επαφή. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης ή των θερμικών ζωνών με τις οποίες έρχεται σε επαφή το συγκεκριμένο παθητικό σύστημα.



Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Ειδική θερμοχωρητικότητα ζώνης (kJ/m²K). Καταγράφεται η ειδική θερμοχωρητικότητα της ζώνης, εξαιτίας των συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους.
- Ηλιοπροστασία θερινής περιόδου. Καταγράφεται το σύστημα ηλιοπροστασίας του συστήματος κατά την θερινή περίοδο.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του αντίστοιχου συντελεστή σκίασης.

2.1.13.2. Πίνακας 10.2 Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους – Τοίχος Θερμικής Μάζας

- α/α Θερμικής ζώνης σε επαφή. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης ή των θερμικών ζωνών με τις οποίες έρχεται σε επαφή το συγκεκριμένο παθητικό σύστημα.
- α/α Στοιχείου. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του δομικού στοιχείου

Δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Περιγραφή. Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή.
- Προσανατολισμός (°). Καταγράφεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Για παράδειγμα, για επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.
- Εμβαδόν Αδιαφανούς (m²). Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν του αδιαφανούς δομικού στοιχείου (μαζί με τις διαφανείς επιφάνειες), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας, U (W/m²K). Καταγράφεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του αδιαφανούς δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτίρια υπολογίζεται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Για τα νέα κτίρια μετά την ισχύ του Κ.Εν.Α.Κ., ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληρεί τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για κτίρια που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Υλικό / χρώμα επιφάνειας. Καταγράφεται το υλικό και το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του αδιαφανούς δομικού στοιχείου, που καθορίζουν τις θερμοοπτικές ιδιότητες σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της Απορροφητικότητας.

- Απορροφητικότητα. Καταγράφεται η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του αδιαφανούς δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και το χρώμια των τελικών επιστρώσεων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την απορροφητικότητα του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.
- Εκπομπή στην θερμική ακτινοβολία. Καταγράφεται ο συντελεστής εκπομπής για την θερμική ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του αδιαφανούς δομικού στοιχείου σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την εκπεμψιμότητα του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.
- Θερμογέφυρες επί της επιφάνειας. Καταγράφονται, για κτίρια ή τμήμα κτιρίου με έτος κατασκευής μετά το 2010 (Ομάδα κτιρίων ΙΙΙ) σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, αναλυτικά δεδομένα για τις

θερμογέφυρες των αντίστοιχων δομικών στοιχείων, όπως μια σύντομη περιγραφή, το μήκος (m) της θερμογέφυρας και ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ, W/(m·K).

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση δεν εμφανίζεται το πεδίο για τις θερμογέφυρες εάν το έτος κατασκευής είναι πριν το 2010 (Ομάδα κτιρίων Ι και ΙΙ), όπως επίσης και εάν υπάρχουν περισσότερα από ένα έτη κατασκευής και το πρώτο είναι πριν από το 2010, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Απόσταση διακένου (cm). Καταγράφεται η απόσταση διακένου μεταξύ του αδιαφανούς δομικού στοιχείου και της διαφανούς επιφάνειας.
- Εμβαδόν Διαφανούς (m^2). Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν της διαφανούς επιφάνειας, συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου.
- Τύπος πλαισίου. Καταγράφεται ο τύπος του πλαισίου: Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή (θ.δ.), Μεταλλικό πλαίσιο με θ.δ.12mm, Μεταλλικό πλαίσιο με θ.δ.24mm, Συνθετικό πλαίσιο, Ξύλινο πλαίσιο.
- Ποσοστό πλαισίου (%). Καταγράφεται το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος.
- Τύπος υαλοπίνακα. Καταγράφεται το υλικό του υαλοπίνακα: Μονός υαλοπίνακας, Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm αέρα, Δίδυμος έγχρωμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα, Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm, Δίδυμος έγχρωμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα, Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμψιμότητας, Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμψιμότητας, Διπλό παράθυρο.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα/πλαίσιο, U (W/(m^2 K). Καταγράφεται ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος (για τον υαλοπίνακα μαζί με το πλαίσιο του κουφώματος), σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση τα πεδία για τον Τύπο πλαισίου, το Ποσοστό πλαισίου και τον Τύπο υαλοπίνακα εισάγονται στο πεδίο «Τύπος ανοίγματος» και καθορίζουν τον Συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με το U του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η περιγραφή του τύπου ανοίγματος και η συγκεκριμένη τιμή για τον συντελεστή θερμοπερατότητας

- Διαπερατότητα. Καταγράφεται ο συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, όπως προκύπτει από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή ή σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση τα πεδία για το Ποσοστό πλαισίου και τον Τύπο υαλοπίνακα καθορίζουν τον Συντελεστή διαπερατότητας του δομικού στοιχείου, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε διαφορετική περίπτωση, εισάγεται η τιμή για τον συντελεστή διαπερατότητας.

- Διάχυτη-ημισφαιρική διαπερατότητα. Καταγράφεται ο ολικός συντελεστής διαπερατότητας σε διάχυτη-ημισφαιρική πρόσπτωση στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, όπως προκύπτει από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή ή σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Γωνία θέασης εμποδίου α (°). Καταγράφεται η γωνία θέασης του εμποδίου σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από τον ορίζοντα.

- Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 βάσει του περιβάλλοντα χώρου. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- Γωνία προβόλου/τέντας/ περσίδων β (°). Καταγράφεται η γωνία προβόλου ή τέντας ή περσίδων σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από προβόλους ή τέντες ή περσίδες.

- Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (προβόλοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια κ.ά.) κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Σε περίπτωση εξωτερικού κινητού σκιάστρου, για παράδειγμα τέντες και εξωτερικές περσίδες, η γωνία σκιάστρου και ο συντελεστής σκίασης κατά την θερινή περίοδο, προσδιορίζονται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και καταγράφονται στη θέση των ανωτέρω.

- Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°). Καταγράφεται η γωνία της αριστερής και της δεξιάς πλευρικής προεξοχής, σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές.

- Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές. Καταγράφεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.ά.) κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Για όλους τους συντελεστές σκίασης ανά όψη (με ίδιο προσανατολισμό), κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Κόστος (€/m^2). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) ανά m^2 επιφάνειας από επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στο συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (π.χ. εγκατάσταση παθητικού στοιχείου, βάψιμο εξωτερικής επιφάνειας, εξωτερική σκίαση κ.ά.).

 Το κόστος επέμβασης πρέπει να εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

 Τα στοιχεία «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς. Προς το παρόν, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, στην περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας τότε στους υπολογισμούς, λαμβάνεται ότι η επιφάνεια του Π.Η.Σ. είναι μια συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας U_{V-W} (W/(m^2.K)) το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη θερμική ζώνη (πίνακας 3.3). Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, συντελεστής

σκίασης, απορροφητικότητα και συντελεστής εκπομπής στην θερμική ακτινοβολία, λαμβάνονται όπως οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς.

2.1.13.3. Πίνακας 10.3 - Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους - Τοίχος Trombe

Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 10.2 στην ενότητα 2.1.13.2.

- Επιφάνεια θυρίδων αερισμού (m^2). Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν των θυρίδων αερισμού στο κατώτερο τμήμα του αδιαφανούς δομικού στοιχείου.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της κυκλοφορία αέρα μέσω των θυρίδων αερισμού.

- Κυκλοφορία αέρα μέσω θυρίδων (m^3/h). Καταγράφεται η συνολική κυκλοφορία αέρα μέσω των θυρίδων αερισμού.

Η κυκλοφορία αέρα μέσω των θυρίδων αερισμού, μπορεί να εκτιμηθεί από το γινόμενο του συνολικού εμβαδού των θυρίδων στο κατώτερο τμήμα του αδιαφανούς δομικού στοιχείου επί την ταχύτητα του αέρα μέσα στο διάκενο, που λαμβάνεται ίση με 0,10 m/s.

- Συντελεστής συναγωγής $W/(m^2.K)$. Καταγράφεται ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από συναγωγή στο στρώμα του αέρα. Ενδεικτική τιμή του συγκεκριμένου συντελεστή είναι 5,0 $W/(m^2.K)$.
- Συντελεστής ακτινοβολίας $W/(m^2.K)$. Καταγράφεται ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από ακτινοβολία στο στρώμα του αέρα. Ο συντελεστής μπορεί να εκτιμηθεί από το γινόμενο του συντελεστή μεταφοράς θερμότητας από ακτινοβολία επιφάνειας μαύρου σώματος (ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 6,3 $W/(m^2.K)$ με τον συντελεστή εκπομπής εξωτερικής επιφάνειας του αδιαφανούς δομικού στοιχείου.

Τα στοιχεία «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς. Προς το παρόν, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, στην περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας τότε στους υπολογισμούς, λαμβάνεται ότι η επιφάνεια του Π.Η.Σ. είναι μια συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας U_{V-w} ($W/(m^2.K)$) το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη θερμική ζώνη (πίνακας 3.3). Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, συντελεστής σκίασης, απορροφητικότητα και συντελεστής εκπομπής στην θερμική ακτινοβολία, λαμβάνονται όπως οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς.

2.1.14. Πίνακας 12 – Συστήματα Παραγωγής, Διανομής & Εκπομπής για Θέρμανση, Ψύξη & Κλιματισμό

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει όλα τα συστήματα παραγωγής, διανομής και εκπομπής για την θέρμανση, ψύξη και κλιματισμό που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη θερμική ζώνη.

Η ενεργειακή επιθεώρηση των λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού σκόπιμο είναι να προηγούνται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων.

Σε μεγάλα κτίρια, οι απαιτήσεις και οι ρυθμίσεις λειτουργίας των εγκαταστάσεων είναι συνήθως σύνθετες, ιδίως όταν απαιτούνται διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες ανάλογα με τη χρήση των χώρων ή λειτουργούν με διαφορετικά ωράρια. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται κεντρικά συστήματα ενεργειακού ελέγχου (BEMS) που ελέγχουν πλήρως την λειτουργία της θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, κλιματισμού, φωτισμού, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, κ.τ.λ. Η ρύθμιση και ο έλεγχος της λειτουργίας γίνεται από ένα κεντρικό σημείο ελέγχου, σε διαφορετικές ζώνες ανάλογα με τις απαιτήσεις και σε συνδυασμό με αισθητήρια μέτρησης των συνθηκών λειτουργίας, βελτιστοποιώντας τις συνθήκες λειτουργίας, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας. Για τον λόγο αυτό χρειάζονται αισθητήρια μέτρησης των συνθηκών λειτουργίας.

Συνολικά, ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου επιτρέπει την καλύτερη δυνατή ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου, και επιπλέον την συστηματική παρακολούθηση των ωρών λειτουργίας των επιμέρους μηχανημάτων έτσι ώστε να μπορεί να γίνει προληπτική συντήρηση και γενικά βελτιστοποίηση των περιόδων λειτουργίας του κάθε μηχανήματος. Επιπλέον, μπορεί να επιτευχθεί παραλληλισμός της λειτουργίας ορισμένων μηχανημάτων για την μείωση των φορτίων αιχμής και την ορθολογική λειτουργία των μηχανημάτων ενός συγκροτήματος ψύξης ή και θέρμανσης. Στις λειτουργίες ενός κεντρικού συστήματος ελέγχου μπορούν να προστεθούν, πέρα από τον έλεγχο των εγκαταστάσεων κλιματισμού, ο έλεγχος των εγκαταστάσεων φωτισμού, της πυρασφάλειας κ.τ.λ. Το κατάλληλα εκπαιδευμένο τεχνικό προσωπικό είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να λειτουργήσει και να συντηρήσει ένα σύνθετο σύστημα ελέγχου. Γι' αυτό είναι προτιμότερο τα συστήματα ελέγχου και αυτοματισμών να είναι όσο το δυνατόν πιο απλά.

 Η καταγραφή των αυτοματισμών πραγματοποιείται στον Πίνακα 8.

2.1.14.1. Πίνακας 12.1 – Μονάδες Παραγωγής

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων παραγωγής θέρμανσης & ψύξης. Τα στοιχεία λαμβάνονται από τη σήμανση των κατασκευαστών, εάν υπάρχει, τις σχετικές μελέτες ή άλλα διαθέσιμα στοιχεία, όπως για παράδειγμα, την ανάλυση καυσαερίων η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την ΚΥΑ 10315/93. Συγκεκριμένα καταγράφονται τα εξής:

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

Μονάδες Θέρμανσης

- α/α Μονάδας θέρμανσης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της μονάδας θέρμανσης.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας: Λέβητας, Τοπική αερόψυκτη Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.), Κεντρική υδρόψυκτη Α.Θ., Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ., Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη, Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη, Κεντρική Α.Θ. άλλου τύπου, Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες (ηλεκτρικά σώματα καλοριφέρ, θερμοπομποί κ.ά.), Τοπικές μονάδες αερίου ή υγρού καυσίμου. Ανοικτές εστίες καύσης, Τηλεθέρμανση, ΣΗΘ, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.
- Έτος εγκατάστασης. Καταγράφεται το έτος εγκατάστασης για τις Α.Θ., που προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας της μονάδας.

- Θερμομόνωση μονάδας. Καταγράφεται η κατάσταση της θερμομόνωσης του συστήματος λέβητας-καυστήρας: καλή κατάσταση μόνωσης, χωρίς ή κατεστραμμένη μόνωση.
- Κατάσταση μονάδας. Καταγράφεται η κατάσταση της μονάδας θέρμανσης, για παράδειγμα εμφανείς βλάβες, διαβρώσεις, σύμφωνα με τους κατά περίπτωση ορισμούς από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτούνται (Έτος εγκατάστασης, Θερμομόνωση μονάδας, Κατάσταση μονάδας) κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Πηγή ενέργειας. Καταγράφεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τυποποιημένη βιομάζα, Τηλεθέρμανση (από ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (από ΑΠΕ), ΣΗΘ.
- Καπνοδόχος. Καταγράφεται η ύπαρξη καπνοδόχου στην περίπτωση τοπικών μονάδων αερίου.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την 2010α.

- Ονομαστική ισχύς (kW). Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας.
- Βαθμός Απόδοσης. Καταγράφεται ο πραγματικός βαθμός απόδοσης όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση καυσαερίων (από 0 έως 1) ή ο συντελεστής επίδοσης (COP) της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο), για παράδειγμα, λέβητας / τηλεθέρμανση / ΣΗΘ ή αντλία θερμότητας, αντίστοιχα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Για την απόδοση της μονάδας λέβητα-καυστήρα, χρησιμοποιείται ο πραγματικός βαθμός απόδοσης μειωμένος με τους συντελεστές βαρύτητας σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση απαιτείται η καταγραφή και των δυο παραμέτρων, οι οποίες είναι προεπιλεγμένες ως μονάδα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση λέβητα εισάγεται ο βαθμός απόδοσης και το COP εισάγεται σαν μονάδα (1), ενώ σε περίπτωση αντλίας θερμότητας εισάγεται το COP και ο βαθμός απόδοσης εισάγεται σαν μονάδα (1).

- Βαθμός κάλυψης φορτίων. Καταγράφεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για την θέρμανση της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας, για την υπό μελέτη θερμική ζώνη, πρέπει να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση.

- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμότητας του συστήματος θέρμανσης (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, αλλαγή καυσίμου, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης καταγράφεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Μονάδες Ψύξης

- α/α Μονάδας ψύξης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της μονάδας ψύξης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής ψυκτικής ενέργειας: Αερόψυκτος ψύκτης, Υδρόψυκτος ψύκτης, Υδρόψυκτη Α.Θ, Αερόψυκτη Α.Θ, Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη,

Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη, Α.Θ. απορρόφησης–προσρόφησης, Κεντρική Α.Θ. άλλου τύπου, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.

- Έτος εγκατάστασης. Καταγράφεται το έτος εγκατάστασης για τις Α.Θ., που προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας της μονάδας
- Κατάσταση μονάδας. Καταγράφεται η κατάσταση των μονάδων ψύξης, για παράδειγμα εμφανείς βλάβες, διαβρώσεις, σύμφωνα με τους κατά περίπτωση ορισμούς από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτούνται (Έτος εγκατάστασης, Κατάσταση μονάδας) κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Πηγή ενέργειας. Καταγράφεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τυποποιημένη βιομάζα, Τηλεθέρμανση (από ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (από ΑΠΕ), ΣΗΘ
- Ονομαστική ισχύς (kW). Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας.
- Βαθμός Απόδοσης Καταγράφεται ο πραγματικός βαθμός απόδοσης του συστήματος παροχής θερμότητας (από 0 έως 1), ή ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας (EER), ανάλογα με τον τύπο, για παράδειγμα, ψύκτης ή αντλία θερμότητας, αντίστοιχα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Σε περίπτωση συνδυασμού τηλεθέρμανσης ή ΣΗΘ με ψυκτικό συγκρότημα απορρόφησης καταγράφεται και ο πραγματικός βαθμός απόδοσης του συστήματος παροχής θερμότητας και ο δείκτης αποδοτικότητας του ψυκτικού συγκροτήματος (EER).

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση απαιτείται η εισαγωγή και των δυο παραμέτρων οι οποίες είναι προεπιλεγμένες ως μονάδα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση αντλίας θερμότητας εισάγεται το EER και ο βαθμός απόδοσης εισάγεται σαν μονάδα (1).

- Βαθμός κάλυψης φορτίων. Καταγράφεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας για την ψύξη της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, για την υπό μελέτη θερμική ζώνη, πρέπει να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση. Ειδικά για τα κτίρια <u>κατοικιών</u>, το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, για την υπό επιθεώρηση θερμική ζώνη, μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 0.5 και 1 σε μηνιαία βάση, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής ψύξης του συστήματος ψύξης (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, αλλαγή καυσίμου, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

 Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.14.2. <u>Πίνακας 12.2 – Τερματικές Μονάδες</u>

Η απόδοση θερμότητας ή ψύξης στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των τερματικών μονάδων (ΤΜ). Για παράδειγμα, το ζεστό νερό που παράγεται από το λέβητα τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε μονάδες άμεσης απόδοσης, για παράδειγμα, θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά σαν fan coils), ή έμμεσης απόδοσης, για παράδειγμα ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία (ενδοδαπέδιο, ενδοτοίχιο).

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος των ΤΜ. **ΤΜ θέρμανσης**: Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο, Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο, Ενδοδαπέδιο σύστημα, Ενδοτοίχιο σύστημα, Σύστημα οροφής, Τοπικές θερμάστρες υγραερίου, Ανοικτές εστίες καύσης, Τοπικές Α.Θ., Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εσωτερικό τοίχο, Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εξωτερικό τοίχο, Στόμια (ΜΟΝΟ για ΚΚΜ). **ΤΜ ψύξης:** Άμεσης απόδοσης, Εσωτερικές μονάδες συστημάτων άμεσης εξάτμισης, Τερματικά στοιχεία αέρα (στόμια δικτύου αεραγωγών), Ενδοδαπέδιο σύστημα, Ενδοτοίχιο σύστημα, Σύστημα οροφής, Τοπικές Α.Θ., Στόμια (ΜΟΝΟ για ΚΚΜ).
- Θέση. Καταγράφεται η θέση των ΤΜ για μονάδες άμεσης απόδοσης και τοπικές ηλεκτρικές μονάδες: εσωτερικός τοίχος, εξωτερικός τοίχος.
- Αριθμός. Καταγράφεται ο αριθμός των ΤΜ του συγκεκριμένου τύπου.
- Θερμαντική ισχύς (kcal/h). Καταγράφεται η θερμαντική ισχύς των ΤΜ του συγκεκριμένου τύπου.
- Ψυκτική ισχύς (Btu/h). Καταγράφεται η ψυκτική ισχύς των ΤΜ του συγκεκριμένου τύπου.
- Ποσοστό θερμικής ζώνης (%). Καταγράφεται το ποσοστό της θερμικής ζώνης που καλύπτουν οι ΤΜ του συγκεκριμένου τύπου.
- Υδραυλική εξισορρόπηση. Καταγράφεται η υδραυλική σύνδεση με το δίκτυο: Σύστημα υδραυλικά εξισορροπημένο ή Σύστημα εκτός ισορροπίας.
- Κατάσταση μονάδας. Καταγράφεται η κατάσταση των τερματικών μονάδων, για παράδειγμα κατεστραμμένα τμήματα, διαβρώσεις κ.ά.

 Δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Περιγραφή μονάδας. Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή των ΤΜ της ζώνης.
- Βαθμός απόδοσης. Καταγράφεται ο μέσος βαθμός απόδοσης των ΤΜ, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Για την απόδοση της ΤΜ, χρησιμοποιείται η απόδοση εκπομπής της ΤΜ διορθωμένη με τους παράγοντες αποτελεσματικότητας της ακτινοβολίας, διακοπτόμενης λειτουργίας και υδραυλικής ισορροπίας, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, σε περίπτωση ύπαρξης περισσότερων του ενός τύπων ΤΜ εισάγεται μια σύντομη περιγραφή και σαν βαθμός απόδοσης καταχωρείται μια μέση τιμή, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, σε περίπτωση που υπάρχουν μόνο ΚΚΜ τότε στον τύπο των ΤΜ επιλέγεται το «Στόμια (ΜΟΝΟ για ΚΚΜ)» και για λόγους σύμβασης σαν βαθμός απόδοσης καταχωρείται η τιμή μηδέν (0), που αντιστοιχεί σε απόδοση εκπομπής θερμικής/ψυκτικής ενέργειας ίση με 100% σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στις ΤΜ του συστήματος θέρμανσης / και ψύξης (π.χ. αντικατάσταση μονάδων, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

 Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.



Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, τα στοιχεία για τις ΤΜ, καταχωρούνται και στην οθόνη του συστήματος θέρμανσης και στην αντίστοιχη του συστήματος ψύξης, ακόμη και αν πρόκειται για τις ίδιες μονάδες.

2.1.14.3. Πίνακας 12.3 – Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (ΚΚΜ)

Στην κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) εισάγεται καθαρός εξωτερικός (νωπός) αέρας, ο οποίος μπορεί να αναμιχθεί με εσωτερικό αέρα που επιστρέφει σ' αυτήν αφού περάσει από διάφορα στάδια επεξεργασίας με σκοπό την ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας, τον καθαρισμό του αέρα (φιλτράρισμα). Στη συνέχεια με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα, ο κλιματισμένος αέρας μεταφέρεται (προσάγεται) μέσω αεραγωγών και αποδίδεται στους κλιματιζόμενους χώρους μέσα από διάφορους τύπους στομίων. Στις περισσότερες εφαρμογές ο εσωτερικός αέρας επιστρέφει πάλι, μέσω αεραγωγών, στην ΚΚΜ όπου αναμιγνύεται με τον εξωτερικό φρέσκο αέρα.

Στις ΚΚΜ που υπάρχει επιστροφή αέρα από τους εσωτερικούς χώρους, τότε χρησιμοποιείται ένας επιπλέον ανεμιστήρας ο οποίος εισάγει στην ΚΚΜ τον αέρα απαγωγής, και εξασφαλίζει την απόρριψή του στο περιβάλλον. Σε κεντρικές εγκαταστάσεις κλιματισμού με ΚΚΜ, ένα μεγάλο ποσοστό της καταναλισκόμενης ενέργειας οφείλεται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τους κινητήρες των ανεμιστήρων, για την προσαγωγή και την απαγωγή του αέρα.

Οι ίδιες οι ΚΚΜ δεν παράγουν θερμότητα ή ψύξη. Οι μονάδες συνδέονται με έναν ψύκτη και ένα λέβητα ή με μια αντλία θερμότητας, που τροφοδοτούν με ζεστό και κρύο νερό ή με ψυκτικό ρευστό τους εναλλάκτες θερμότητας της ΚΚΜ.

Ο κλιματιζόμενος αέρας μπορεί να είναι 100% εξωτερικός (νωπός) αέρας ή ένα μίγμα εξωτερικού και εσωτερικού αέρα, όπως συνηθίζεται στις περισσότερες εγκαταστάσεις, ανάλογα με την ανακυκλοφορία του αέρα στο κιβώτιο μίξης. Συνήθως ο εσωτερικός αέρας επιστρέφει στην ΚΚΜ όπου αναμιγνύεται με τον νωπό αέρα στην κατάλληλη αναλογία και ένα ποσοστό αποβάλλεται στο περιβάλλον από το σύστημα εξαερισμού. Η ρύθμιση γίνεται με την χρήση διαφραγμάτων (ντάμπερ) που καθορίζουν το ποσοστό ανακυκλοφορίας (ανάμιξης του αέρα επιστροφής με τον νωπό αέρα). Η κίνηση των διαφραγμάτων γίνεται χειροκίνητα ή με την βοήθεια ηλεκτροκινητήρα (μέσω κεντρικού συστήματος ελέγχου λειτουργίας και αυτοματισμών).

Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από την ανάκτηση θερμότητας. Στο κιβώτιο εξοικονόμησης ενέργειας (οικονομητήρας) τοποθετείται ένας πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας ή τροχός. Το κιβώτιο μίξης τοποθετείται σε ΚΚΜ που έχουν επιστροφή και απόρριψη αέρα, στο άκρο της μονάδας, ακριβώς μετά τα στόμια εισόδου και εξόδου του αέρα. Στον εναλλάκτη διασταυρώνονται ο νωπός αέρας και ο αέρας απόρριψης, έτσι ώστε να ανακτηθεί κάποιο ποσοστό θερμότητας από τον κλιματισμένο εσωτερικό αέρα που απορρίπτεται και να προκλιματιστεί ο νωπός αέρας.

Η ταυτόχρονη μετάδοση θερμότητας και υγρασίας, έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και επιτυγχάνεται ακόμη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. Οι τροχοί θερμότητας ή/και ενέργειας (ενθαλπίας), γνωστοί και σαν sensible wheels (τροχοί αισθητής θερμότητας), enthalpy wheels (τροχοί ενθαλπίας), desiccant wheels (τροχοί προσροφητικών υλικών) χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή θερμότητας ή/και υγρασίας (energy wheel) ανάλογα με το υλικό, σε μια διάταξη αέρα-αέρα. Όπως υποδηλώνει και η ονομασία του, ο εναλλάκτης έχει κυκλικό σχήμα, σαν ένας δίσκος, με δυνατότητα περιστροφής. Ο τροχός κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας εναλλασσόμενα στρώματα από λεπτά επίπεδα και κυματοειδή ελάσματα (φύλλα) αλουμινίου τα οποία επικαλύπτονται με προσροφητικά υλικά (πχ κρύσταλλοι πυριτίου) τα οποία μπορούν και απορροφούν την υγρασία του αέρα.

Οι ανεμιστήρες εξασφαλίζουν την λήψη του νωπού αέρα, την κυκλοφορία του μέσα στην ΚΚΜ, και την προσαγωγή του κλιματισμένου αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Οι ανεμιστήρες είναι συνήθως φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες, διπλής αναρρόφησης, με πολλαπλά πτερύγια.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της ΚΚΜ που καταγράφονται περιλαμβάνουν τα εξής:

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.
- α/α ΚΚΜ. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της ΚΚΜ.

 Δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Θέρμανση. Καταγράφεται σαν ενεργό το τμήμα θέρμανσης της ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Ψύξη. Καταγράφεται σαν ενεργό το τμήμα ψύξης της ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Ύγρανση. Καταγράφεται σαν ενεργό το τμήμα ύγρανσης της ΚΚΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Παροχή αέρα (m^3/h). Καταγράφεται η μέση παροχή του κλιματιζόμενου αέρα, για την χειμερινή και την θερινή περίοδο λειτουργίας της ΚΚΜ.
- Ανακυκλοφορία αέρα. Καταγράφεται ο συντελεστής ανακυκλοφορίας του προσαγόμενου αέρα στην θερμική ζώνη, για την χειμερινή και την θερινή περίοδο. Ανακυκλοφορία 1 σημαίνει ότι το ποσοστό του εξωτερικού (νωπού) αέρα είναι 0 και Ανακυκλοφορία 0 σημαίνει 100% νωπός αέρας.

Σε κτίρια του τριτογενή τομέα, εάν η ποσότητα του νωπού αέρα από την ΚΚΜ και το σύστημα αερισμού, εφόσον υπάρχει, είναι μικρότερη από την απαιτούμενη, θεωρείται ότι για το κτίριο η παροχή νωπού αέρα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, χωρίς ανάκτηση θερμότητας/ψύξης και με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς. Αντίστοιχα, σε περίπτωση που η συνολική ποσότητα νωπού αέρα, βάσει υψηλών απαιτήσεων οι οποίες αναφέρονται και τεκμηριώνονται κατά τη μελέτη σχεδιασμού (διαστασιολόγησης) του συστήματος αερισμού, είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη, τότε, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ο νωπός αέρας λαμβάνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 2.3., παρ. 2.4.3.). Κατά τη θεώρηση αυτή, η απομείωση της παροχής νωπού αέρα γίνεται ομοιόμορφα (με το ίδιο ποσοστό) από όλα τα συστήματα μηχανικού αερισμού του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης.

- Ανάκτηση θερμότητας. Καταγράφεται ο συντελεστής απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας, για την χειμερινή και την θερινή περίοδο.
- Ανάκτηση υγρασίας (%). Καταγράφεται ο συντελεστής ανάκτησης υγρασίας από τον απορριπτόμενο αέρα της ζώνης.
- Ειδική απορρόφηση ισχύος ($kW.s/m^3$). Καταγράφεται η συνολική ονομαστική ισχύς του ανεμιστήρα προσαγωγής και επιστροφής, εάν υπάρχει, της ΚΚΜ.
- Ειδικά φίλτρα. Καταγράφεται η ύπαρξη ειδικών ή απόλυτων ή τρίτης βαθμίδας φίλτρων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη ΚΚΜ (π.χ. αντικατάσταση μονάδων κ.ά.).

 Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.14.4. Πίνακας 12.4 – Συστήματα Μηχανικού Αερισμού / Εξαερισμού

Σε περιοχές όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν επιτρέπουν τη χρήση του φυσικού αερισμού, για παράδειγμα, λόγω αυξημένης ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είτε λόγω της χρήσης εσωτερικών τερματικών μονάδων ρύθμισης της θερμοκρασίας (πχ μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου - fan coils), η ανανέωση του εσωτερικού αέρα γίνεται με μηχανικά μέσα. Ο εξωτερικός (νωπός) αέρας κυκλοφορεί με την βοήθεια ανεμιστήρων, χωρίς κλιματισμό ή προκλιματισμό. Η προσαγωγή του εξωτερικού αέρα γίνεται μέσω δικτύου αεραγωγών που μεταφέρουν τον νωπό αέρα στους εσωτερικούς χώρους, αφού πρώτα τον φιλτράρουν ή/και δημιουργώντας μια διαφορά πίεσης με την απαγωγή του εσωτερικού αέρα (εξαερισμός).



Εάν η προσαγωγή του εξωτερικού αέρα γίνεται αφού ρυθμιστεί η θερμοκρασία, και πιθανώς η υγρασία του αέρα, ή η εγκατάσταση εξαερισμού επιστρέφει στην ΚΚΜ, τότε καταγράφονται τα απαιτούμενα στοιχεία στον Πίνακα 12.3.

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.
- α/α Συστήματος. Ο αύξων αριθμός του συστήματος.



Δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Προσαγωγή νωπού αέρα (m^3/h). Καταγράφεται ο ρυθμός παροχής του νωπού (χωρίς κλιματισμό ή προκλιματισμό) αέρα.
- Ισχύς ανεμιστήρα (kW). Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς των ανεμιστήρων προσαγωγής και απαγωγής αέρα.
- Ανακυκλοφορία αέρα. Καταγράφεται το ποσοστό ανακυκλοφορίας του προσαγόμενου αέρα στην θερμική ζώνη, για την χειμερινή και την θερινή περίοδο.



Σε κτίρια του τριτογενή τομέα, εάν η ποσότητα του νωπού αέρα από το σύστημα αερισμού και τις ΚΚΜ, εφόσον υπάρχουν, είναι μικρότερη από την απαιτούμενη, θεωρείται ότι για το κτίριο η παροχή νωπού αέρα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, χωρίς ανάκτηση θερμότητας/ψύξης και με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς. Αντίστοιχα, σε περίπτωση που η συνολική ποσότητα νωπού αέρα, βάσει υψηλών απαιτήσεων οι οποίες αναφέρονται και τεκμηριώνονται κατά τη μελέτη σχεδιασμού (διαστασιολόγησης) του συστήματος αερισμού, είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη, τότε , για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ο νωπός αέρας λαμβάνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 2.3., παρ. 2.4.3.). Κατά τη θεώρηση αυτή, η απομείωση της παροχής νωπού αέρα γίνεται ομοιόμορφα (με το ίδιο ποσοστό) από όλα τα συστήματα μηχανικού αερισμού του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης.

- Ανάκτηση θερμότητας (%). Καταγράφεται το ποσοστό της αισθητής θερμικής ενέργειας που απορροφά ο εισερχόμενος αέρας, μέσω εναλλάκτη θερμότητας από τον απορριπτόμενο αέρα της ζώνης, για την χειμερινή και την θερινή περίοδο.
- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα (π.χ. αντικατάσταση μονάδων).



Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, τα στοιχεία του συστήματος μηχανικού αερισμού / εξαερισμού εισάγονται στην οθόνη της ΚΚΜ, ορίζοντας σαν ανενεργά τα τμήματα θέρμανσης, ψύξης και ύγρανσης.

2.1.14.5. Πίνακας 12.5 – Βοηθητικές Μονάδες και Διανομή Θερμικής & Ψυκτικής Ενέργειας

Ο κυκλοφορητής ή η αντλία, είναι απαραίτητοι για την κυκλοφορία του ρευστού μέσα στο δίκτυο διανομής θερμότητας και ψύξης. Συνήθως τοποθετείται στην προσαγωγή, αλλά μπορεί να τοποθετηθεί και στην επιστροφή του ρευστού στην μονάδα παραγωγής. Η επιλογή του γίνεται με τον υπολογισμό της απαιτούμενης παροχής και το μανομετρικό ύψος, τα οποία συνδυάζονται στις καμπύλες απόδοσής των. Σε υδρόψυκτες μονάδες χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του νερού σε πύργους ψύξης, όπου με την βοήθεια ανεμιστήρων αποβάλλεται η θερμότητα στο περιβάλλον. Επίσης, οι ΤΜ ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) συνήθως διαθέτουν φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες με ηλεκτροκινητήρες πολλαπλών ταχυτήτων,

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων: Αντλία, Κυκλοφορητής, Ανεμιστήρας, Πύργος ψύξης, Βοηθητική μονάδα άλλου τύπου.
- Αριθμός. Καταγράφεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.
- Ισχύς (kW). Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.

Αν το ίδιο σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει περισσότερες από μία ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα το επιμέρους ποσοστό του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου που παρέχει σε κάθε ζώνη.

- Τύπος δικτύου. Καταγράφεται ο τύπος του δικτύου διανομής που καλύπτει την ζώνη: δίκτυο διανομής θερμού και ψυχρού μέσου, αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα.

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εισάγεται ένας τύπος για όλα τα δίκτυα διανομής θερμού ή ψυχρού μέσου που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη και ένας τύπος για τους αεραγωγούς. Σε περίπτωση ύπαρξης άνω του ενός δικτύων διανομής στη θερμική ζώνη, απαιτείται ο προσδιορισμός μίας μόνο απόδοσης δικτύου, η οποία θα είναι σταθμισμένη, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Θερμομόνωση δικτύου. Καταγράφεται το είδος θερμομόνωσης: χωρίς μόνωση, ανεπαρκής μόνωση, μόνωση ίση με το πάχος του σωλήνα, μόνωση σύμφωνα με το κτίριο αναφοράς.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση σε περίπτωση δικτύου διανομής θερμού ή/και ψυχρού μέσου, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απωλειών, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση αεραγωγών εισάγεται η αντίστοιχη παράμετρος.

- Χώρος διέλευσης δικτύου. Καταγράφεται για κάθε δίκτυο διανομής ο χώρος διέλευσης του: Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς χώρους και Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους.
- Ισχύς συστήματος (kW). Καταγράφεται η συνολική θερμική / ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής.

- Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής. Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) για το δίκτυο διανομής θερμικής και ψυκτικής ενέργειας, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εισάγεται ένας συντελεστής απόδοσης, για όλα τα δίκτυα διανομής θερμού ή ψυχρού μέσου που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο συγκεκριμένο δίκτυο διανομής (π.χ. θερμομόνωση δικτύου, κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, τα στοιχεία για τις βοηθητικές μονάδες και τα δίκτυα διανομής, καταχωρούνται και στην οθόνη του συστήματος θέρμανσης και στην αντίστοιχη του συστήματος ψύξης, ακόμη και αν πρόκειται για τις ίδιες μονάδες.

2.1.14.6. Πίνακας 12.6 – Σύστημα Ύγρανσης

Ορισμένες ΚΚΜ μονάδες, διαθέτουν υγραντήρες, για τον έλεγχο της υγρασίας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι υγραντήρων, όπως ατμού, νερού (ψεκασμού, υγρών επιφανειών) κ.τ.λ. Η ρύθμιση της υγρασίας του κλιματισμένου αέρα συμβάλει στην θερμική άνεση και στην υγιεινή των εσωτερικών χώρων. Οι υγραντήρες αυξάνουν την υγρασία του αέρα (ύγρανση) που συνήθως είναι ξηρός λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του μετά το θερμαντικό στοιχείο, κατά την περίοδο λειτουργίας τον χειμώνα.



Εάν ο έλεγχος της ποσότητας του νερού δεν είναι επαρκής, τότε υπάρχει ο κίνδυνος δημιουργίας συμπυκνωμάτων μέσα στο σύστημα (π.χ. αεραγωγοί ή στόμια), η οποία ευνοεί την ανάπτυξη παθογόνων και αλλεργικών μικροοργανισμών. Για το λόγο αυτό, εάν είναι πρακτικά δυνατόν, προτιμάται η ύγρανση να γίνεται με τη χρήση ξηρού ατμού αντί των υγρών επιφανειών και συστημάτων ψεκασμού νερού.

Σε περίπτωση που υπάρχει ατμολέβητας ή άλλη μονάδα παραγωγής ζεστού νερού, που τροφοδοτούν την ΚΜΜ, καταγράφονται τα εξής στοιχεία.

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής: Ατμολέβητας κεντρικής παροχής, Τοπική μονάδα παραγωγής ατμού, Τοπική μονάδα ψεκασμού, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.
- Βαθμός απόδοσης. Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1 για τοπική μονάδα παραγωγής ατμού και τοπική μονάδα ψεκασμού, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση κεντρικής μονάδας ατμού, τότε εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή.

- Πηγή ενέργειας. Καταγράφεται το είδος καυσίμου της συγκεκριμένης μονάδας: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τυποποιημένη βιομάζα, Τηλεθέρμανση (από ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (από ΑΠΕ),ΣΗΘ.

- Ονομαστική ισχύς (kW). Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας.
- Κατάσταση μονάδας. Καταγράφεται η κατάσταση της μονάδας παραγωγής, για παράδειγμα εμφανείς βλάβες, διαβρώσεις, σύμφωνα με τους κατά περίπτωση ορισμούς από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1

- Βαθμός κάλυψης φορτίων. Καταγράφεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) φορτίου από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής, για την υπό μελέτη θερμική ζώνη, πρέπει να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση.

- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- Περιγραφή δικτύου. Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του συνολικού δικτύου διανομής που καλύπτει την ζώνη.
- Χώρος διέλευσης δικτύου. Καταγράφεται για κάθε δίκτυο διανομής ο χώρος διέλευσης του: Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς χώρους και Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους.
- Θερμομόνωση δικτύου. Καταγράφεται το είδος θερμομόνωσης: χωρίς μόνωση, ανεπαρκής μόνωση, μόνωση σύμφωνα με το κτίριο αναφοράς.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απωλειών δικτύου διανομής, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1

- Βαθμός απόδοσης. Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής από την μονάδα παραγωγής προς την ΚΚΜ, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1 για τοπική μονάδα παραγωγής ατμού και τοπική μονάδα ψεκασμού, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση κεντρικής μονάδας ατμού, τότε εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή.

Σε περίπτωση περισσοτέρων της μιας μονάδας παραγωγής ατμού, οι απώλειες του δικτύου διανομής λαμβάνονται για την συνολική ισχύ των μονάδων παραγωγής.

- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο συγκεκριμένο δίκτυο διανομής (π.χ. θερμομόνωση δικτύου κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- Περιγραφή συστήματος διοχέτευσης Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του συστήματος διοχέτευσης.
- Βαθμός απόδοσης διοχέτευσης. Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος διοχέτευσης μέσα στην ΚΚΜ, είναι μονάδα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1.

- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα διοχέτευσης (π.χ. αντικατάσταση συστήματος κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.15. Πίνακας 13 – Συστήματα Παραγωγής & Διανομής Ζ.Ν.Χ.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει όλα τα συστήματα παραγωγής και διανομής ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη θερμική ζώνη. Ανάλογα με την χρήση, υπάρχουν διαφορετικά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. Για παράδειγμα, ηλεκτρικός θερμοσίφωνας (με δοχείο – μπόϊλερ αποθήκευσης ζεστού νερού ή ταχυθερμαντήρα ροής), λέβητας (σε συνδυασμό με την κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης ή ταχυθερμαντήρα ροής), μέσω του δικτύου τηλεθέρμανσης κ.ά.



Η ενεργειακή επιθεώρηση των λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης που εξυπηρετούν και το Ζ.Ν.Χ., σκόπιμο είναι να προηγούνται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων.



Ο περιορισμός της κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ. εξοικονομεί ενέργεια και νερό που αποτελεί ένα επιπλέον πολύτιμο φυσικό πόρο.



Εάν υπάρχει ηλιακός συλλέκτης τότε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος καταγράφονται στην ενότητα για τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.
- α/α Συστήματος. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος παραγωγής και διανομής Ζ.Ν.Χ.



Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου. Καταγράφεται η ύπαρξη διατάξεων αυτομάτου ελέγχου του κεντρικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ.: Λέβητας, Τηλεθέρμανση, ΣΗΘ, Α.Θ., Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας (θερμοσίφωνας ή ταχυθερμοσίφωνας), Τοπική μονάδα φυσικού αερίου, Μονάδα παραγωγής (κεντρική) άλλου τύπου.
- Πηγή ενέργειας. Καταγράφεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τυποποιημένη βιομάζα, Τηλεθέρμανση (από ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (από ΑΠΕ),ΣΗΘ.
- Ονομαστική ισχύς (kW). Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας.
- Κατάσταση μονάδας. Καταγράφεται η κατάσταση της μονάδας παραγωγής, για παράδειγμα εμφανείς βλάβες, διαβρώσεις, σύμφωνα με τους κατά περίπτωση ορισμούς από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απόδοσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1

- Βαθμός απόδοσης. Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ., σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 ανάλογα με τον τύπο της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1 για τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε διαφορετική περίπτωση εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή.

- Βαθμός κάλυψης φορτίων. Καταγράφεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας, για την υπό μελέτη θερμική ζώνη, πρέπει να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση.

- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής του συστήματος Ζ.Ν.Χ. (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- Χώρος διέλευσης δικτύου. Καταγράφεται για κάθε δίκτυο διανομής ο χώρος διέλευσης του: Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς χώρους και Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους.
- Θερμομόνωση δικτύου. Καταγράφεται το είδος θερμομόνωσης: χωρίς μόνωση, ανεπαρκής μόνωση, μόνωση σύμφωνα με το κτίριο αναφοράς.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απωλειών δικτύου διανομής, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Ανακυκλοφορία Ζ.Ν.Χ. Καταγράφεται η ύπαρξη ανακυκλοφορίας Ζ.Ν.Χ.
- Περιγραφή δικτύου. Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του δικτύου διανομής.
- Βαθμός απόδοσης. Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής Ζ.Ν.Χ. από την μονάδα παραγωγής προς την αποθήκευση, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1 για τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε διαφορετική περίπτωση εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εισάγεται ένας βαθμός απόδοσης, για όλα τα δίκτυα διανομής που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων παραγωγής εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1.

Σε περίπτωση τοπικών μονάδων παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (π.χ. σε κτίρια γραφείων, καταστημάτων, κατοικιών), ο βαθμός απόδοσης του δικτύου είναι μονάδα.

- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας συγκεκριμένο δίκτυο διανομής (π.χ. θερμομόνωση δικτύου κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- Περιγραφή αποθήκευσης. Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή της δεξαμενής αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ.
- Θέση. Καταγράφεται η θέση της δεξαμενής αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ.: εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο και εξωτερικό χώρο.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για την επιλογή τυπικών τιμών απωλειών αποθήκευσης, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Βαθμός απόδοσης. Καταγράφεται ο βαθμός απόδοσης της αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ., σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην δεξαμενή αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ. (π.χ. αντικατάσταση δεξαμενής, θερμομόνωση δεξαμενής κ.ά.).

 Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

- Τύπος βοηθητικών μονάδων. Καταγράφεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων διανομής ή ανακυκλοφορίας: Αντλία, Κυκλοφορητής, Ηλεκτροβάνα, Άλλου τύπου.
- Αριθμός. Καταγράφεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.
- Ισχύς (kW). Καταγράφεται η ονομαστική ισχύς των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.

 Αν το ίδιο σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει περισσότερες από μία ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα το επιμέρους ποσοστό του φορτίου που παρέχει σε κάθε ζώνη.

2.1.16. <u>Πίνακας 14 – Συστήματα Φωτισμού</u>

Ο φωτισμός άρχισε επίσης να αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ιδιαίτερα με την κατασκευή νέων μεγάλων κτιρίων, την αύξηση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας και τις υψηλότερες απαιτήσεις για την ποιότητα εσωτερικού φωτισμού. Νέου τύπου λαμπτήρες με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, υψηλότερες αποδόσεις και καλύτερη ποιότητα φωτισμού, μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας και να βελτιώσουν την ποιότητα του τεχνητού φωτισμού. Ο συνδυασμός φυσικού φωτισμού (ΦΦ) και ενεργειακά αποδοτικού τεχνικού φωτισμού, μπορεί να επιτύχει τα απαιτούμενα επίπεδα οπτικής άνεσης.

Ο ΦΦ στο εσωτερικό των κτιρίων επηρεάζεται από: το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, τον προσανατολισμό του κτιρίου, τις διαστάσεις των εσωτερικών χώρων, τις διαστάσεις και σχετική θέση των ανοιγμάτων, τις οπτικές ιδιότητες των υαλοπινάκων, τον τύπο και τις διαστάσεις των σκιάστρων, τις οπτικές ιδιότητες των εσωτερικών επιφανειών, τις ανακλάσεις από το έδαφος ή από γειτονικά κτίρια κ.ά.

Για την σωστή εκμετάλλευση του ΦΦ απαιτείται προσεκτική μελέτη έτσι ώστε η είσοδος και η κατανομή του να είναι ομοιόμορφη και να εξασφαλίζεται η απαραίτητη ποσότητα φωτισμού στην επιθυμητή θέση εργασίας. Η θέση του ανοίγματος είναι συνήθως στους εξωτερικούς τοίχους, αλλά μπορεί να βρίσκεται και στην οροφή (φεγγίτης) εάν πρόκειται για κτίρια ενός επιπέδου ή για τον τελευταίο όροφο ενός κτιρίου. Εσωτερικά των ανοιγμάτων της οροφής μπορούν να τοποθετηθούν ανακλαστήρες ή ημιδιαφανείς επιφάνειες έτσι ώστε να διαχέουν καλύτερα το φως και να αποφεύγεται η είσοδος της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στο χώρο.

Η χρήση ανακλαστικών ραφιών (εξωτερικά ή εσωτερικά) μπορεί να συμβάλει στον περιορισμό των υψηλών επιπέδων φυσικού φωτισμού κοντά στις διαφανείς επιφάνειες και να αυξήσει τα επίπεδα φωτισμού σε περιοχές μακριά τους. Με τον τρόπο αυτό ο εσωτερικός χώρος αποκτά μια πιο ομοιόμορφη κατανομή ΦΦ.



Ανάλογα με την τεχνική, το εμβαδόν και τα υλικά των ανοιγμάτων που θα επιλεγούν, μπορεί να προκύψουν σημαντικά προβλήματα οπτικής άνεσης (θάμβωση, έντονη διαφορά λαμπροτήτων) ή ακόμη και θερμικής άνεσης λόγω υπερθέρμανσης, εξαιτίας των υψηλών θερμικών ηλιακών κερδών.

Ο εσωτερικός φωτισμός, συνήθως συνδυάζει τον διαθέσιμο φυσικό φωτισμό (από την ηλιακή ακτινοβολία που τελικά εισέρχεται σε ένα χώρο ανάλογα με την περιοχή, το μέγεθος και τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων κ.ά.) και τον τεχνητό φωτισμό που είναι εγκατεστημένος και χρησιμοποιείται ανάλογα με τις ανάγκες. Ο τεχνητός φωτισμός πρέπει να είναι επαρκής προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες φωτισμού, σε έναν εσωτερικό χώρο τις νυκτερινές ώρες ή όταν τα επίπεδα της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας δεν είναι επαρκή.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει τους αυτοματισμούς και την εγκατάσταση τεχνητού φωτισμού που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη θερμική ζώνη.

Η χρήση τεχνητού φωτισμού είναι απαραίτητη για την λειτουργία όλων των κτιρίων. Ο τεχνητός φωτισμός συμμετέχει στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και στην αύξηση των εσωτερικών θερμικών φορτίων, ιδιαίτερα στα κτίρια του τριτογενή τομέα που έχουν υψηλή εγκατεστημένη ισχύ για φωτισμό. Οι διάφοροι τύποι λαμπτήρων έχουν διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά, αποδόσεις και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η φωτιστική απόδοση των λαμπτήρων βελτιώνεται σημαντικά με την βοήθεια ανακλαστήρων πάνω στα φωτιστικά σώματα. Οι ανακλαστήρες κατευθύνουν την φωτεινή ροή από τον λαμπτήρα προς τα κάτω, διαχέοντας έτσι περισσότερο φως προς το επίπεδο εργασίας.

Ανάλογα με την χρήση του κτιρίου και την λειτουργία των διαφόρων εσωτερικών χώρων, σε πολλά μεγάλα κτίρια τα φώτα παραμένουν σε λειτουργία χωρίς ο χώρος να χρησιμοποιείται από τους εργαζομένους ή τους χρήστες του κτιρίου. Ανάλογα με την χρήση του χώρου, οι αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης μπορούν να ελέγχουν αξιόπιστα την λειτουργία του φωτισμού. Σε ορισμένες χρήσεις κτιρίων, όπως τα ξενοδοχεία, η λειτουργία των φωτιστικών και άλλων ηλεκτρικών συσκευών, ελέγχεται με την τοποθέτηση της ειδικής κάρτας ή κλειδιού του δωματίου σε ειδική θέση που λειτουργεί σαν κεντρικός διακόπτης και ενεργοποιεί τις ηλεκτρικές παροχές μόνο όταν οι χρήστες βρίσκονται στο δωμάτιο.

Η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα φωτισμού συνυπολογίζεται μόνο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του τριτογενούς τομέα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Συνεπώς η καταγραφή των χαρακτηριστικών του συστήματος φωτισμού, αφορά μόνο στην περίπτωση κτιρίων του τριτογενούς τομέα.

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

💻 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τύπος λαμπτήρα / Αριθμός λαμπτήρων / Ισχύς (W). Καταγράφεται ο τύπος λαμπτήρα: Πυράκτωσης, Αλογόνου, Συμπαγείς φθορισμού, Γραμμικοί φθορισμού, Μεταλλικών αλογονιδίων, LED (~5000 K), LED (~3300 K). Για κάθε τύπο λαμπτήρα, καταγράφεται ο αριθμός και η ισχύς.
- Στραγγαλιστική διάταξη. Καταγράφεται ο τύπος της στραγγαλιστικής διάταξης: Μαγνητική, Ηλεκτρονική ή Ηλεκτρονική με ρύθμιση, Άλλο (προσδιορίζεται).

💻 Δεν απαιτούνται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος για φωτισμό, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Εγκατεστημένη ισχύς (kW). Καταγράφεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τον τεχνητό φωτισμό του χώρου.
- Περιοχή ΦΦ (%). Καταγράφεται το ποσοστό της επιφάνειας δαπέδου της θερμικής ζώνης που καλύπτεται με ΦΦ, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για τον προσδιορισμό της περιοχής ΦΦ λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι «Διαστάσεις κατακόρυφων στοιχείων» και «Διαστάσεις στοιχείων οροφής», από τον Πίνακα 9.2α.

- Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ. Καταγράφεται η διάταξη αυτοματισμού στην περιοχή ΦΦ: Χειροκίνητος ή Αυτόματος έλεγχος ΦΦ, για τον προσδιορισμό του συντελεστή **επίδρασης ΦΦ (F_D)** σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ουσιαστικά μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας για τον τεχνητό φωτισμό εξαιτίας αυτοματισμών αξιοποίησης ΦΦ.

Τουλάχιστον το 50% της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού στην περιοχή ΦΦ θα πρέπει να ελέγχονται από τον συγκεκριμένο τοπικό αυτοματισμό με αισθητήρες ΦΦ, για να είναι δυνατή η επιλογή σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης. Καταγράφεται η διάταξη αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης στην θερμική ζώνη για τον προσδιορισμό του συντελεστή **επίδρασης χρηστών** (F_o). Για συστήματα χωρίς αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας**:** Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης), Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) και πρόσθετη αυτόματη ένδειξη για συνολική σβέση, και Για συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας: Αυτόματη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής (dimming), Αυτόματη έναυση και σβέση, Χειροκίνητη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής (dimming), Χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ο συντελεστής συνδέει τη χρήση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος για τεχνητό φωτισμό με την χρήση αυτοματισμών με αισθητήρες παρουσίας χρηστών. Ουσιαστικά μειώνεται η ενέργεια για φωτισμό εξαιτίας αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης.
- Αριθμός αισθητήρων ανίχνευσης κίνησης. Καταγράφεται ο αριθμός και η επιφάνεια των χώρων που καλύπτουν.

Τουλάχιστον ένας αισθητήρας ανά δωμάτιο και για μεγάλους χώρους ένας αισθητήρας ανά 30 m^2, για να είναι δυνατή η επιλογή, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας. Καταγράφεται η ύπαρξη συστήματος απομάκρυνσης της θερμότητας που εκλύεται από τα φωτιστικά, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **Φωτισμός ασφαλείας.** Καταγράφεται η ύπαρξη συστήματος φωτισμού ασφαλείας, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Σε αυτή την περίπτωση, η ετήσια κατανάλωση για φωτισμό επιβαρύνεται με 1 kWh/m^2, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Σύστημα εφεδρείας. Καταγράφεται η ύπαρξη εφεδρικού συστήματος για φωτισμό, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Σε αυτή την περίπτωση, η ετήσια κατανάλωση για φωτισμό επιβαρύνεται με 5 kWh/m^2, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Κόστος (€). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον φωτισμό (π.χ. εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικών λαμπτήρων, εγκατάσταση αυτοματισμών κ.ά.).

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.17. Πίνακας 15 – Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα περιλαμβάνουν τους διάφορους τύπους ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση νερού, όπως:

- ηλιακοί συλλέκτες χωρίς κάλυμμα και θερμομόνωση του απορροφητή (μικρής διαμέτρου μαύροι πλαστικοί σωλήνες) που χρησιμοποιούνται για θέρμανση νερού σε πισίνες (24-32^oC). Η χρήση τους είναι αποδοτική λόγω του μικρού κόστους των συλλεκτών.

- επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες για εφαρμογές σε χαμηλές θερμοκρασίες περίπου 50 ÷ 80°C, τοποθετούνται με κατάλληλη κλίση και προσανατολισμό, ώστε να μεγιστοποιείται η ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του συλλέκτη και συνήθως παραμένουν σταθεροί. Μπροστά από την απορροφητική επιφάνεια του συλλέκτη τοποθετείται μονό ή διπλό διαφανές κάλυμμα για τη μείωση των θερμικών απωλειών.
- συλλέκτες κενού αποτελείται από πολλούς γυάλινους σωλήνες, κάθε ένας από τους οποίους περιέχει μια μαύρη μεταλλική ή άλλη απορροφητική επιφάνεια, από τους οποίους περνάει το θερμοαπαγωγό μέσο. Στον γυάλινο σωλήνα δημιουργείται κενό αέρος. Οι απώλειες θερμότητας των σωλήνων κενού προς το περιβάλλον είναι μικρότερες και συνεπώς επιτυγχάνονται υψηλότερες θερμοκρασίες (100-150°C), αλλά έχουν υψηλότερο κόστος αγοράς.

Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες, για να λειτουργήσουν, κινούνται και ακολουθούν την πορεία του ήλιου, συγκεντρώνοντας με αντανάκλαση την άμεση ηλιακή ακτινοβολία (σε μια περιοχή εστίασης). Η κίνηση των συλλεκτών μπορεί να γίνεται γύρω από ένα άξονα ελευθερίας ή δυο άξονες ελευθερίας. Συγκεντρώνοντας την ηλιακή ακτινοβολία, αυξάνεται σημαντικά η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που συλλέγεται, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνονται πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες στις επιφάνειες εστίασης. Το μέγεθος και το κόστος παραγωγής των συγκεντρωτικών συλλεκτών είναι πολύ υψηλότερο από τους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, απαιτούν πολύπλοκους μηχανισμούς κίνησης, και έχουν γενικότερα πολύ υψηλότερο κόστος συντήρησης.

Επειδή η ηλιακή ενέργεια, παρουσιάζει μια ημερήσια περιοδικότητα, είναι απαραίτητο ότι σε κάθε εφαρμογή, υπάρχει ένα σύστημα αποθήκευσης θερμότητας και ένα βοηθητικό συμβατικό σύστημα παραγωγής θερμότητας. Με τον τρόπο αυτό, αποθηκεύεται η θερμότητα που δεν χρειάζεται κατά την διάρκεια της ημέρας έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και την νύκτα ή κατά τις περιόδους νέφωσης.



Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. είναι υποχρεωτική η κάλυψη σημαντικού μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας (χαμηλής ενθαλπίας ρευστά) μπορεί επίσης να γίνει για εξοικονόμηση ενέργειας σε συνδυασμό με συμβατικά συστήματα θέρμανσης/ψύξης, όπως οι αντλίες θερμότητας. Τα συστήματα αυτά μπορούν να συνδεθούν με το υπέδαφος μέσω ενός εναλλάκτη και να αποδώσουν 3-5 φορές περισσότερη θερμική ενέργεια σε κάποιο κύκλωμα θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης, κτιρίων ή ακόμα και ολόκληρων οικοδομικών τετραγώνων (τηλεθέρμανση). Η αξιοποίησή της γίνεται με αβαθείς γεωτρήσεις βάθους 50-150 m, είτε με βαθιές γεωτρήσεις βάθους πάνω από 100 m, στις οποίες εκμεταλλευόμαστε τη θερμική ενέργεια με την χρήση αντλιών θερμότητας. Η αντλία θερμότητας νερού-νερού μπορεί να εκμεταλλευτεί με οικονομικό όφελος ακόμη και θερμοκρασίες 8-10°C.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας ομαλής ενθαλπίας, με αντλίες θερμότητας μπορεί να γίνει με την εκμετάλλευση του εδάφους, υπόγειων υδάτων, ακόμη και επιφανειακών υδάτων ως πηγή ή καταβόθρα θερμότητας. Σε σύγκριση με τις αντλίες θερμότητας θέρμανσης-ψύξης αέρα-αέρα που συνήθως χρησιμοποιούνται, οι γεωθερμικές αντλίες έχουν πολύ υψηλότερο συντελεστή απόδοσης (COP). Η μεταβολή της απόδοσης της γεωθερμικής αντλίας παραμένει σταθερή. Επίσης, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι πολύ χαμηλότερο. Η σύνδεση με το έδαφος (κλειστό κύκλωμα) μπορεί να γίνει με κατακόρυφο ή οριζόντιο εναλλάκτη. Η επιλογή εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα χώρου στο οικόπεδο που θα γίνει η εγκατάσταση, τα φορτία και το κόστος.

Η εκμετάλλευση της βιομάζας (φυσικές ύλες, προϊόντα, υποπροϊόντα και κατάλοιπα που προέρχονται από φυσικά ή τεχνητά οικοσυστήματα) αποτελεί μια σημαντική πηγή ενέργειας. Για την άμεση καύση χρησιμοποιούνται καυσόξυλα και γεωργικά υποπροϊόντα. Η καύση ξύλου αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας που παράγεται από την βιομάζα. Για την παραγωγή θερμικής ενέργειας στα κτίρια πέρα από τις ανοικτού τύπου εστίες καύσης, κοινώς τζάκια, η πιο κατάλληλη εφαρμογή καύσης βιομάζας είναι οι λέβητες στερεών βιοκαυσίμων. Οι λέβητες αυτοί καταναλώνουν κυρίως υποπροϊόντα ξύλου οι βιοκαυσίμων όπως είναι τα συσσωματώματα ξύλου (wood pellets) και τα θρύμματα ξύλου (wood chips). Οι λέβητες καύσης στερεάς βιομάζας που υπάρχουν διαθέσιμοι στην αγορά είναι υψηλής τεχνολογίας και μπορούν να καλύψουν τόσο το φορτία αιχμής όσο και τα μερικά φορτία.



Η κατανάλωση ενέργειας από την καύση βιομάζας προσμετράται στην μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας – Πίνακας 3β.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) για παραγωγή θερμικής ενέργειας και τα χαρακτηριστικά τους που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη θερμική ζώνη.

2.1.17.1. Πίνακας 15.1 – Ηλιακοί Συλλέκτες

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.



Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τελική Χρήση. Καταγράφονται οι επιμέρους τελικές χρήσεις που καλύπτονται από την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών για: θέρμανση χώρων, ζεστό νερό χρήσης, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Για παράδειγμα, αν η κεντρική εγκατάσταση χρησιμοποιείται για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. σε συνδυασμό με την θέρμανση χώρων (συστήματα combi) τότε καταγράφονται και οι δυο τελικές χρήσεις.
- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος του ηλιακού συλλέκτη: Απλός επίπεδος συλλέκτης, Επιλεκτικός επίπεδος συλλέκτης, Συλλέκτης κενού.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση εισάγεται μόνο ένας τύπος συλλέκτη ανά θερμική ζώνη.

- Κατάσταση συλλεκτών. Καταγράφεται η κατάσταση των συλλεκτών, για παράδειγμα εμφανής κακοσυντήρηση (π.χ. ύπαρξη διαρροών κ.ά.), φθορές στην συλλεκτική επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, σύμφωνα με τους κατά περίπτωση ορισμούς από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

- Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας. Καταγράφεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση χώρων ή/και για Ζ.Ν.Χ., ανάλογα με τις τελικές χρήσεις που καλύπτονται από τον συγκεκριμένο ηλιακό συλλέκτη, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης της εγκατάστασης ή με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Επιφάνεια (m^2). Καταγράφεται η συνολική απορροφητική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών.
- Προσανατολισμός (°). Καταγράφεται ο προσανατολισμός της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών (συνήθως νότιος). Για παράδειγμα, επιφάνεια προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.

- Κλίση (°). Καταγράφεται η κλίση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Γωνία θέασης εμποδίου α (°). Καταγράφεται η γωνία θέασης του εμποδίου σύμφωνα με τον ορισμό που παρουσιάζεται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του συντελεστή σκίασης.

- Συντελεστής σκίασης. Καταγράφεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, λόγω της σκίασης από εμπόδια στον περιβάλλοντα χώρο, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- Κόστος (€/m^2). Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κ.τ.λ.) ανά τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη από την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Το κόστος επέμβασης εισάγεται μόνο στην περίπτωση της διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

2.1.17.2. Πίνακας 15.2 – Γεωθερμία

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τύπος εναλλάκτη. Προσδιορίζεται ο τύπος του εναλλάκτη: Οριζόντιος ή Κατακόρυφος.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του τύπου της αντλίας θερμότητας και του ονομαστικού βαθμού απόδοσης.

- Τελική Χρήση. Καταγράφονται όλες οι επιμέρους τελικές χρήσεις που καλύπτονται από την γεωθερμική εγκατάσταση: θέρμανση χώρων, ψύξη χώρων, ζεστό νερό χρήσης.

Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 12.1 για θέρμανση/ψύξη και Πίνακας 13 για Ζ.Ν.Χ.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, τα τεχνικά στοιχεία για την γεωθερμική αντλία θερμότητας, καταχωρούνται στις οθόνες του συστήματος παραγωγής θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και Ζ.Ν.Χ., ανάλογα με τις τελικές χρήσεις.

2.1.17.3. Πίνακας 15.3 – Βιομάζα

- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.

Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- Τελική Χρήση. Καταγράφονται όλες οι επιμέρους τελικές χρήσεις που καλύπτονται από την μονάδα βιομάζας: θέρμανση χώρων, ψύξη χώρων, ζεστό νερό χρήσης.
- Καύσιμο. Καταγράφεται το καύσιμο της μονάδας.

Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 12.1 για θέρμανση/ψύξη και Πίνακας 13 για Ζ.Ν.Χ.

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, τα τεχνικά στοιχεία για τη μονάδα βιομάζας, καταχωρούνται στις οθόνες του συστήματος παραγωγής θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και Ζ.Ν.Χ., ανάλογα με τις τελικές χρήσεις.

2.1.18. Πίνακας 16 – Μη Θερμαινόμενοι Χώροι ή/και Ηλιακοί Χώροι

Οι Μη θερμαινόμενοι Χώροι ή/και Ηλιακοί Χώροι, εάν υπάρχουν, που δεν διαθέτουν εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, απαιτούν την εισαγωγή πληροφοριών για τα γενικά χαρακτηριστικά του χώρου, και την κατασκευή του κελύφους.

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1:

 Δεν έχουν σύστημα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, δηλαδή είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι.

 Δεν λαμβάνονται υπόψη τα εσωτερικά θερμικά κέρδη, και ο φωτισμός.

2.1.18.1. Πίνακας 16.1 – Γενικά Χαρακτηριστικά Μη Θερμαινόμενου Χώρου

- α/α Χώρου. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του χώρου.

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στο έντυπο για την καλύτερη οργάνωση των συλλεγόμενων πληροφοριών.

- α/α Θερμικής ζώνης σε επαφή. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης ή των θερμικών ζωνών με τις οποίες έρχεται σε επαφή ο συγκεκριμένος χώρος (υπόγεια, αποθήκες, χώροι ειδικών χρήσεων κ.ά.).

 Δεν απαιτείται κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, αλλά χρησιμοποιείται στον καθορισμό των Δομικών στοιχείων σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο.

- Περιγραφή. Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του χώρου.
- Συνολική επιφάνεια (m^2). Καταγράφεται η το συνολικό εμβαδόν δαπέδου του χώρου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- Φυσικός αερισμός (m^3/h). Καταγράφεται ο συνολικός αερισμός του χώρου, μέσω διείσδυσης των κουφωμάτων, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

2.1.18.1.1. Πίνακας 16.1.1 – Αδιαφανείς Επιφάνειες

Πίνακας 16.1.1α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον: Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 9.1α στην ενότητα 2.1.12.1.1.

Πίνακας 16.1.1β Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος: Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 9.1β στην ενότητα 2.1.12.1.2.

2.1.18.1.2. Πίνακας 16.1.2 – Διαφανείς Επιφάνειες

Πίνακας 16.1.2α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον: Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 9.2α στην ενότητα 2.1.12.2.1.

2.1.18.2. Πίνακας 16.2 – Γενικά Χαρακτηριστικά Ηλιακού Χώρου

Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 16.1 στην ενότητα 2.1.18.1., καθώς επίσης και οι αντίστοιχοι πίνακες για τις Αδιαφανείς και Διαφανείς επιφάνειες.

2.2. ΟΔΗΓΙΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΕΝΤΥΠΟΥ

Για την ηλεκτρονική καταχώρηση του Εντύπου Επιθεώρησης Κτιρίου απαιτείται ο Αριθμός Πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), ο οποίος εκδίδεται κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου (Πίνακας 1α) σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεωρήσεων.

2.2.1. Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου

Για την έκδοση του Αριθμού Πρωτοκόλλου ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υποβάλλει τα δεδομένα του Πίνακα 1 (βλ. παρ. 2.1.1) στην διαδικτυακή εφαρμογή www.buildingcert.gr, χρησιμοποιώντας τον κωδικό πρόσβασης (username / password) που του έχει δοθεί από την ΕΥΕΠΕΝ. Την πρώτη φορά που θα καταχωρηθούν τα στοιχεία στην Βάση Δεδομένων (Β.Δ.), επιλογή “Καταχώριση στη Β.Δ. & Απόδοση Αρ. Πρωτοκόλλου”, αποδίδεται ο Α.Π. ο οποίος και εμφανίζεται στο επάνω μέρος της σχετικής φόρμας.

Εναλλακτικά, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής μπορεί να αντιγράψει τα δεδομένα του Πίνακα 1, από άλλη Ενεργειακή Επιθεώρηση (Κτιρίου, Λέβητα, Εγκατάστασης Θέρμανσης ή Εγκατάστασης Κλιματισμού) που γνωρίζει οτι έχει καταχωρηθεί στο σύστημα. Για να γίνει αυτό πρέπει να την αναζητήσει (επιλογή “Αναζήτηση Επιθεώρησης”) και να χρησιμοποιήσει την επιλογή “Νέα Επιθεώρηση Κτιρίου Βασισμένη σε αυτή την Επιθεώρηση”. Μόλις γίνει αυτό, δημιουργείται η νέα επιθεώρηση και αποδίδεται σε αυτή Α.Π.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής μπορεί, αν θέλει, να διορθώσει τα δεδομένα του Πίνακα 1 και μετά την απόδοση του Α.Π., αλλά οπωσδήποτε πριν την οριστική υποβολή της Επιθεώρησης.

Τέλος, ο επιθεωρητής, αποθηκεύει τα δεδομένα του Πίνακα 1, στον δίσκο του υπολογιστή του, σε μορφή XML. Για το σκοπό αυτό κάνει δεξί κλικ επάνω στο link “Δημιουργία Αρχείου XML”, και επιλέγει “Save Target As...”[1], ώστε να αποθηκεύσει στον δίσκο του υπολογιστή του τα δεδομένα του Πίνακα 1, σε μορφή XML. Το αρχείο αυτό (που περιλαμβάνει και τον Α.Π.) μπορεί να φορτωθεί στην εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων της Ενεργειακής Επιθεώρησης (client).

2.2.2. Εισαγωγή Ενεργειακής Επιθεώρησης στη Βάση Δεδομένων (Β.Δ.)

Η Ενεργειακή Επιθεώρηση εισάγεται στο σύστημα με τη μορφή αρχείου XML το οποίο δημιουργείται από την εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων (client). Αυτό γίνεται με χρήση της επιλογής “Εισαγωγή Αρχείου Εν. Επιθεώρησης (XML).

Το παραπάνω βήμα μπορεί να επαναληφθεί όσες φορές θέλει ο Ενεργειακός Επιθεωρητής, μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης. Κάθε φορά το προηγούμενο αρχείο XML αντικαθίσταται εξ' ολοκλήρου από το νέο.

---

1. Ανάλογα με τον browser η επιλογή αυτή μπορεί να αναφέρεται και ως “Save Link As...” / “ Αποθήκευση Αρχείου ως....” / “Αποθήκευση Δεσμού ως...”

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας ο επιθεωρητής μπορεί να ελέγξει την ορθότητα της διαδικασίας, χρησιμοποιώντας τις επιλογές "Προβολή Εντύπου Εν. Επιθεώρησης" και Προβολή Πιστοποιητικού Εν. Αποδοτικότητας" για να βλέπει την προσωρινή κατάσταση αυτών των εντύπων. Μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης, τα έντυπα αυτά φέρουν την ένδειξη "ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΚΥΡΟ ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ" και "ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΚΥΡΟ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ", αντίστοιχα, στη θέση του Αρ. Ασφαλείας (βλ. επόμενη παράγραφο).

Σε οποιοδήποτε στάδιο αυτής διαδικασίας και πριν την οριστική υποβολή ο Ενεργειακός Επιθεωρητής μπορεί να υποβάλλει: α. Την φωτογραφία του κτιρίου, η οποία θα εμφανίζεται στο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.), και β. Το τοπογραφικό διάγραμμα ή σκαρίφημα του περιβάλλοντα χώρου (βλ. Παρ. 2.1.2), μέσω των αντίστοιχων επιλογών του buildingcert.gr.

Για την εισαγωγή των απαιτούμενων πληροφοριών και στοιχείων κατά την συμπλήρωση του ηλεκτρονικού εντύπου επιλέγονται, όπου είναι διαθέσιμα, τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου ώστε να καταχωρούνται οι συγκεκριμένες επιλογές.

2.2.3. Οριστική Υποβολή Ενεργειακής Επιθεώρησης – Έκδοση Π.Ε.Α.

Όταν ο επιθεωρητής είναι σίγουρος ότι η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί σωστά, οριστικοποιεί την επιθεώρηση μέσω της επιλογής "Οριστική Υποβολή Επιθεώρησης". Τότε, αποδίδεται *αριθμός ασφαλείας (Α.Α.)* στην επιθεώρηση, ο οποίος εκτυπώνεται στο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου και το Π.Ε.Α. Χωρίς τον Αρ. Ασφαλείας, τα Έντυπα αυτά δεν είναι έγκυρα.

Στο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου που εκδίδεται ηλεκτρονικά από το σύστημα αναγράφονται όλα τα στοιχεία του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου και το Π.Ε.Α. (βλέπε παρ. 2.3) και τα παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου.

2.3. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (Π.Ε.Α.) ΚΤΙΡΙΩΝ

Σύμφωνα με το άρθρο 14 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ. (ΚΥΑ Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010, ΦΕΚ Β΄ 407), το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) απεικονίζει την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου. Στο Π.Ε.Α. (Παράρτημα Α.2) αναφέρονται, μεταξύ άλλων, τα γενικά στοιχεία του κτιρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτιρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, οι υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Κάθε συμβολαιογράφος για την κατάρτιση πράξεως αγοραπωλησίας ακινήτου υποχρεούται να μνημονεύσει στο συμβόλαιο τον αριθμό πρωτοκόλλου του Π.Ε.Α. και να επισυνάψει σε αυτό επίσημο αντίγραφο του Π.Ε.Α. Σε κάθε μίσθωση ακινήτου, ο αριθμός πρωτοκόλλου του Π.Ε.Α. πρέπει να αναγράφεται στο ιδιωτικό ή συμβολαιογραφικό μισθωτήριο έγγραφο. Η φορολογική αρχή δε θεωρεί μισθωτήρια έγγραφα εάν δεν προσκομίζεται ενώπιον της ισχύον Π.Ε.Α.

Σε περίπτωση που το Π.Ε.Α. εκδίδεται στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους, οι συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή αναφέρονται, κατά προτεραιότητα, με βάση τις επιλέξιμες, κάθε φορά, επεμβάσεις.

Το Π.Ε.Α. εκδίδεται ηλεκτρονικά από το σύστημα μετά την υποβολή του Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου.

Το Π.Ε.Α. περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία και πληροφορίες όπως προκύπτουν από την ενεργειακή επιθεώρηση και τους υπολογισμούς:

Αρ. Πρωτ. & Αρ. Ασφαλείας: Αριθμό Πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης και Αριθμό Ασφαλείας (Α.Α.) από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), ο οποίος εκδίδεται κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτιρίων.

Γενικά Στοιχεία Κτιρίου

- **Φωτογραφία κτιρίου:** πρόσφατη φωτογραφία (του τελευταίου έτους) του εξωτερικού του κτιρίου. Εάν πρόκειται για τμήμα κτιρίου πρέπει να υπάρχει αντίστοιχη ένδειξη (π.χ. βέλος), σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 2 της ενότητας 2.1.4.
- **Χρήση:** Χρήση του κτιρίου / τμήματος κτιρίου, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 1α της ενότητας 2.1.1.
- **Τμήμα Κτιρίου:** Εάν πρόκειται για τμήμα κτιρίου (π.χ. διαμέρισμα /γραφείο /ιατρείο), δηλαδή μία ξεχωριστή ιδιοκτησία εντός του ιδίου κτιρίου και προσδιορίζεται ο **Αριθμός Ιδιοκτησίας** όπως προκύπτει από τον πίνακα ποσοστών συνιδιοκτησίας και κατανομής δαπανών του κτιρίου, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 1α της ενότητας 2.1.1.
- **Κλιματική Ζώνη:** Η κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτίριο, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 1β της ενότητας 2.1.2.
- **Διεύθυνση / Τ.Κ./ Πόλη:** Πλήρης διεύθυνση του κτιρίου.
- **Έτος ολοκλήρωσης κατασκευής:** Έτος/η ολοκλήρωσης της κατασκευής του κτιρίου ή των τμημάτων της ιδιοκτησίας που έχουν κατασκευαστεί σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 1α της ενότητας 2.1.1.
- **Συνολική επιφάνεια (m^2):** Συνολικό εμβαδόν δαπέδου του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου το οποίο υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 3α της ενότητας 2.1.5.
- **Θερμαινόμενη επιφάνεια (m^2):** Συνολικό θερμαινόμενο εμβαδόν δαπέδου του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου το οποίο υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 3α της ενότητας 2.1.5.
- **Όνομα ιδιοκτήτη:** Επωνυμία του σημερινού ιδιοκτήτη, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 1α της ενότητας 2.1.1.

Βαθμολόγηση Ενεργειακής Απόδοσης

Η **ενεργειακή κατηγορία** (ΕΚΑ) προσδιορίζεται σύμφωνα με το άρθρο 13 του Κ.Εν.Α.Κ. (ΚΥΑ Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010, ΦΕΚ Β΄ 407), ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων και τα όρια παρουσιάζονται στην **κλίμακα κατάταξης** που ακολουθεί, όπου

R_R είναι η ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (kWh/έτος)

EP είναι η ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου / τμήματος κτιρίου (kWh/έτος)

Η ΕΚΑ αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ΕΚΑ.

ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

$EP \leq 0{,}33 \cdot R_R$

$0{,}33 \cdot R_R < EP \leq 0{,}5 \cdot R_R$

$0{,}5 \cdot R_R < EP \leq 0{,}75 \cdot R_R$

$0{,}75 \cdot R_R < EP \leq 1{,}0 \cdot R_R$

$1{,}0 \cdot R_R < EP \leq 1{,}41 \cdot R_R$

$1{,}41 \cdot R_R < EP \leq 1{,}82 \cdot R_R$

$1{,}82 \cdot R_R < EP \leq 2{,}27 \cdot R_R$

$2{,}27 \cdot R_R < EP \leq 2{,}73 \cdot R_R$ Ζ

$2{,}73 \cdot R_R < EP$ Η

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ

- **Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m²]:** Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (**R_R**) σε kWh ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου / τμήματος κτιρίου αναφοράς, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και των εθνικών συντελεστών μετατροπής. Περιλαμβάνει την κατανάλωση για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, Ζ.Ν.Χ. και - για τα κτίρια του τριτογενή τομέα – φωτισμό.
- **Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m²]**: Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (ΕΡ) σε kWh ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου / τμήματος κτιρίου, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και των εθνικών συντελεστών μετατροπής. Περιλαμβάνει την κατανάλωση για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, Ζ.Ν.Χ. και - για τα κτίρια του τριτογενή τομέα – φωτισμό. Η κατανάλωση αυτή αναγράφεται στο βέλος στη δεξιά στήλη κατάταξης και η αριθμητική τιμή στο αντίστοιχο κελί του Π.Ε.Α. Η τοποθέτηση του δείκτη (βέλους) αντιστοιχεί στην κλίμακα κατάταξης.
- **Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO_2 [kg/m²]**: Συνολικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) σε kg ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου / τμήματος κτιρίου, βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας (ΕΡ) και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.
- **Πραγματική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας [kWh/m²]**: Πραγματική μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου / τμήματος κτιρίου, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 3β της ενότητας 2.1.6, εάν είναι διαθέσιμα.
- **Πραγματική ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας [kWh/m²]**: Πραγματική μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας από καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.ά.) σε kWh ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου / τμήματος κτιρίου, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 3β της ενότητας 2.1.6, εάν είναι διαθέσιμα και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.
- **Πραγματική συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m²]**: Πραγματική μέση ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε kWh ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου / τμήματος κτιρίου, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 3β της ενότητας 2.1.6 εάν είναι διαθέσιμα, και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.
- **Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO_2 [kg/m²]**: Συνολικές μέσες ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) σε kg ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου / τμήματος κτιρίου, βάσει της πραγματικής μέσης ετήσιας συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, εάν είναι διαθέσιμη, και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.

- **Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος.** Συνθήκες θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα, σύμφωνα με την εκτίμηση του ενεργειακού επιθεωρητή, σύμφωνα με τα στοιχεία από τον Πίνακα 3β της ενότητας 2.1.6.

Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας Ανά Τελική Χρήση

- **Πηγή Ενέργειας / Τελική Χρήση / Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%):** Τα στοιχεία αυτά προκύπτουν από την ενεργειακή επιθεώρηση και τους υπολογισμούς. Η **πηγή ενέργειας** (ηλεκτρική, ορυκτά καύσιμα και ΑΠΕ), που χρησιμοποιείται ανά **τελική χρήση** (θέρμανση, ψύξη, Ζ.Ν.Χ., φωτισμός) προκύπτει από την ενεργειακή καταγραφή. Η ποσοστιαία συνεισφορά της κάθε **πηγής ενέργειας (%)** στο **ενεργειακό ισοζύγιο** του κτιρίου / τμήματος κτιρίου, προκύπτει από τα αποτελέσματα των υπολογισμών.



Οι τελικές χρήσεις για θέρμανση, ψύξη και Ζ.Ν.Χ., αναφέρονται στο σύστημα παραγωγής θερμότητας και ψύξης. Η ποσοστιαία συνεισφορά της ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριλαμβάνει και τις καταναλώσεις για τον βοηθητικό εξοπλισμό ή άλλες συσκευές.

- **Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m²]:** Η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε kWh ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου / τμήματος κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, Ζ.Ν.Χ. και - για κτίρια τριτογενή τομέα – φωτισμό, και η συνεισφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘ ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.



Η κατανάλωση για τον αερισμό συμπεριλαμβάνεται στις καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη, όπως επίσης και η κατανάλωση ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων (θέρμανσης, ψύξης και αερισμού) και της ύγρανσης.



Η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας προκύπτει από το αλγεβρικό άθροισμα των τιμών για τις επιμέρους χρήσεις (θέρμανση, ψύξη, Ζ.Ν.Χ. και - για κτίρια τριτογενή τομέα – φωτισμός) και της συνεισφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘ. Η συνεισφορά της θερμικής ενέργειας, για παράδειγμα από ενεργητικά ηλιακά συστήματα (ηλιακούς συλλέκτες), ήδη εμπεριέχεται στις επιμέρους χρήσεις.

Συστάσεις για τη Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, τα αποτελέσματα της επιθεώρησης και την ανάλυση των αποτελεσμάτων από τους υπολογισμούς, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής επιλέγει και αξιολογεί συγκεκριμένες συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Το Π.Ε.Α. περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία και πληροφορίες:

- Σύντομη περιγραφή τουλάχιστον μίας έως τριών συστάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου / τμήματος κτιρίου, οι οποίες πρέπει είναι **ιεραρχημένες** και σε σχέση με το κόστος / ενεργειακό όφελος που συνεπάγονται.
- Για κάθε σύσταση προσδιορίζεται το αντίστοιχο:
  - α) Εκτιμώμενο αρχικό κόστος της επένδυσης [€],
  - β) Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m²] σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και ποσοστό (%) επί της αρχικής υπολογιζόμενης πρωτογενούς ενέργειας.

γ) Εκτιμώμενη τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας [€/kWh] σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για το αρχικό κόστος επένδυσης [€] προς την ετήσια εξοικονομούμενη πρωτογενή ενέργεια [kWh].

δ) Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [kg/m^2], σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και των εθνικών συντελεστών μετατροπής.

ε) Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη].



Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.



Το κόστος των διαφορετικών πηγών ενέργειας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς όπως κατά περίπτωση καθορίζεται από τους αρμόδιους φορείς.



Στο Π.Ε.Α. που εκδίδεται ηλεκτρονικά από το σύστημα αναγράφονται όλα τα στοιχεία του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει το Π.Ε.Α. και το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου (βλέπε παρ. 2.2) και τα παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου.

3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων θέρμανσης διενεργείται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από το άρθρο 17 του ν. 4122/2013, Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παράγραφο 2 του άρθρου 14 του ν. 4122/2013. Συγκεκριμένα, η επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης των κτιρίων διενεργείται όπως αναφέρεται στον πίνακα που ακολουθεί.



Η ενεργειακή επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης σκόπιμο είναι να προηγούνται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου ή τμήματος αυτού, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων.

Συχνότητα επιθεωρήσεων συστημάτων θέρμανσης

Ωφέλιμη Ονομαστική Ισχύς λέβητα (kW)	Είδος καυσίμου	Συχνότητα επιθεωρήσεων
20 - 100	Υγρό ή στερεό ή αέριο καύσιμο	Κάθε 5 έτη
> 100	Υγρό ή στερεό καύσιμο	Κάθε 2 έτη
> 100	Αέριο καύσιμο	Κάθε 4 έτη

Η διαδικασία επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης του συστήματος θέρμανσης στον Ενεργειακό Επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ανάθεση συμφωνούνται αμοιβαία οι υποχρεώσεις του Επιθεωρητή (όπως συμπλήρωση εντύπου κ.ά.) και του ιδιοκτήτη/διαχειριστή (όπως παροχή γενικών πληροφοριών για τη χρήση και κατασκευή του κτιρίου, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, παράδοση των αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων του κτιρίου ως κατασκευασθέν, του δελτίου εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης, του φύλλου συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης κ.ά.), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Δεν αποτελεί υποχρέωση του Ενεργειακού Επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση του προς επιθεώρηση κτιρίου, καθώς και η συλλογή των παραπάνω στοιχείων σε περίπτωση που αυτά δεν υφίστανται ή είναι ελλιπή. Στον Ενεργειακό Επιθεωρητή παρέχεται η δυνατότητα επίσκεψης των εσωτερικών κοινόχρηστων και ιδιόκτητων προς επιθεώρηση χώρων.
2. Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.Επ.Εν.), κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου στο προβλεπόμενο από το άρθρο 17 του Ν.4122/2013, Αρχείο Επιθεωρήσεως Κτιρίων. Ο ίδιος αριθμός πρωτοκόλλου θα χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική καταχώρηση του Π.Ε.Α. και των εκθέσεων ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, στο προαναφερόμενο Αρχείο.
3. Επιτόπιος έλεγχος του Ενεργειακού Επιθεωρητή στο κτίριο και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που του είχαν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνεται το τυποποιημένο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστημάτων Θέρμανσης (Παράρτημα Β). Τα στοιχεία που καταγράφονται στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης λαμβάνονται από το δελτίο εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης και το φύλλο συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης.
4. Επεξεργασία των στοιχείων και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης. Σε περίπτωση έλλειψης των απαραίτητων τεχνικών προδιαγραφών για τους λέβητες, λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές για όμοιους λέβητες, όπως καθορίζονται στα Ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα, τα οποία βασίζονται σε τυπολογίες λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης.

5. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης καταχωρούνται στο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστημάτων Θέρμανσης (Παράρτημα Β). Στο ίδιο έντυπο, καταχωρούνται επίσης διαπιστώσεις και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης. Οι συστάσεις βασίζονται στα αποτελέσματα της επιθεώρησης, λαμβάνοντας υπόψη και τη διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών. Σχετικές οδηγίες παρουσιάζονται στη συνέχεια.
6. Έκδοση της Έκθεσης Επιθεώρησης Συστημάτων Θέρμανσης, ηλεκτρονική καταχώρησή της σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεώρησης Κτιρίων και παράδοσή του, σφραγισμένο και υπογεγραμμένο, στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου, με μέριμνα του Ενεργειακού Επιθεωρητή.
7. Στις περιπτώσεις που το σύστημα θέρμανσης βρίσκεται εκτός των θεσμοθετημένων ορίων, έπειτα από την επιθεώρηση που θα διενεργηθεί, θα πρέπει να γίνει επανέλεγχος της συγκεκριμένης εγκατάστασης από τον ίδιο ή άλλο ενεργειακό επιθεωρητή. Σε εύλογο χρονικό διάστημα, θα πρέπει ο ιδιοκτήτης ή ο διαχειριστής να έχει φροντίσει για την ρύθμιση ή την αντικατάσταση της εγκατάστασης ώστε ο επανέλεγχος να εξακριβώσει αν το σύστημα λειτουργεί εντός ορίων. Οποιοδήποτε και αν είναι το αποτέλεσμα την νέας επιθεώρησης, το κόστος αυτής επιβαρύνει τον ιδιοκτήτη ή τον διαχειριστή.

Οι αναλυτικές οδηγίες που παρουσιάζονται στη συνέχεια καθοδηγούν τον Ενεργειακό Επιθεωρητή στη σωστή συμπλήρωση του Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστημάτων Θέρμανσης (Παράρτημα Β) και στη συνέχεια την ηλεκτρονική του καταχώρηση.

Το ηλεκτρονικό έντυπο μπορεί να διαφέρει σε ορισμένα σημεία από την έντυπη μορφή του. Σε αυτές τις περιπτώσεις, γίνονται οι αντίστοιχες επισημάνσεις οι οποίες αναγνωρίζονται με το σύμβολο .

3.1. ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΕΝΤΥΠΟΥ

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης εγκατάστασης θέρμανσης συγκεντρώνει τα στοιχεία που αναλυτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια, ώστε να συμπληρώσει όλους τους πίνακες που περιλαμβάνει το Έντυπο Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης (Παράρτημα Β) και να ολοκληρώσει με επιτυχία την ηλεκτρονική του καταχώρηση.

3.1.1. Πίνακας 1 - Γενικά Στοιχεία Κτιρίου


Τα γενικά στοιχεία υποβάλλονται στο πρώτο στάδιο της ηλεκτρονικής καταχώρησης του Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Θέρμανσης, όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.2.


Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, εμφανίζονται τα γενικά στοιχεία του κτιρίου που έχουν υποβληθεί στο πρώτο στάδιο και δεν μπορούν να αλλαχθούν.

Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 1α στην ενότητα 2.1.1.

3.1.2. Πίνακας 2 - Γενικά Χαρακτηριστικά Κτιρίου & Εγκατάστασης

- Αριθμός κτιρίου. Σε περίπτωση συγκροτήματος κτιρίων, καταγράφεται ο αριθμός κτιρίου του συγκροτήματος. Σε περίπτωση αυτόνομου κτιρίου, δεν συμπληρώνεται.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, σε περίπτωση αυτόνομου κτιρίου, εισάγεται η τιμή «0».

- Έτος λειτουργίας. Καταγράφεται το/τα έτος/η έναρξης λειτουργίας/χρήσης του κτιρίου στις αντίστοιχες περιόδους έκδοσης οικοδομικής άδειας.
- Περίοδος λειτουργίας. Καταγράφονται οι τυπικές συνολικές ώρες λειτουργίας του κτιρίου σε ημερήσια και εβδομαδιαία βάση, και αριθμητικά οι μήνες για το ετήσιο πρόγραμμα λειτουργίας (για παράδειγμα, από «1» έως «12» για συνεχή ετήσια λειτουργία, ή από «4» έως «9» για θερινή λειτουργία).
- Συνολική επιφάνεια. Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου (κύριοι, βοηθητικοί και κοινόχρηστοι χώροι) του κτιρίου σε τετραγωνικά μέτρα (m^2), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του κτιρίου.
- Ύψος. Καταγράφεται το συνολικό ύψος του κτιρίου σε μέτρα (m).
- Συνολικός όγκος. Καταγράφεται ο συνολικός όγκος (κύριων, βοηθητικών και κοινόχρηστων χώρων) του κτιρίου σε κυβικά μέτρα (m^3), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του κτιρίου.
- Θερμαινόμενη επιφάνεια. Καταγράφεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου σε τετραγωνικά μέτρα (m^2), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του κτιρίου.
- Όγκος θερμαινόμενων χώρων. Καταγράφεται ο συνολικός όγκος των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου σε κυβικά μέτρα (m^3), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του κτιρίου.
- Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού. Καταγράφονται η εξωτερική θερμοκρασία (^oC) και η σχετική υγρασία (%) σχεδιασμού της εγκατάστασης.
- Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων. Η υφιστάμενη κατάσταση της θερμομόνωσης του κάθε δομικού στοιχείου του κτιρίου εκτιμάται σε σχέση με τα νέα όρια του Κ.Εν.Α.Κ., λαμβάνοντας υπόψη την περίοδο κατασκευής του κτιρίου, σε συνδυασμό με την ισχύουσα νομοθεσία (πχ Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων Π.Δ. 4-7-1979 (ΦΕΚ 362 Δ) «Περί εγκρίσεως κανονισμού δια την θερμομόνωσιν των κτιρίων»), τις κατασκευαστικές πρακτικές και πιθανές αστοχίες κατά την περίοδο κατασκευής του κτιρίου (σχετικές πληροφορίες παρουσιάζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2), τον οπτικό έλεγχο που θα κάνει ο Ενεργειακός Επιθεωρητής και τον εντοπισμό πιθανών προβλημάτων (πχ υγρασία σε θερμογέφυρες), την κλιματική ζώνη που βρίσκεται το κτίριο κ.ά. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω η θερμομόνωση χαρακτηρίζεται ανάλογα με:
  - Ανεπαρκής: Δομικά αδιαφανή στοιχεία του κελύφους χωρίς καθόλου θερμομόνωση. Κουφώματα με μονούς υαλοπίνακες.
  - Μερικώς μονωμένα: Δομικά στοιχεία του κελύφους με μερική θερμομόνωσης (π.χ. στους τοίχους και όχι στο φέρονται οργανισμό) ή τμήματα της θερμομόνωσης κατεστραμμένα. Κουφώματα με διπλούς υαλοπίνακες και πλαίσια χωρίς θερμοδιακοπή.
  - Επαρκής: Δομικά στοιχεία του κελύφους θερμομόνωση σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. Κουφώματα με διπλούς υαλοπίνακες και πλαίσια με θερμοδιακοπή.

- Αλλαγή χρήσης. Καταγράφεται η αλλαγή χρήσης του κτιρίου από το έτος εγκατάστασης του συστήματος θέρμανσης. Η «Μερική» αλλαγή χρήσης μπορεί να περιλαμβάνει αλλαγές χρήσεων σε ένα ποσοστό του κτιρίου, για παράδειγμα, σε μια πολυκατοικία η αλλαγή χρήσης ορισμένων διαμερισμάτων, από κατοικία σε γραφεία. Η «Ολική» αλλαγή χρήσης μπορεί να περιλαμβάνει

αλλαγή χρήσης μια πολυκατοικίας από κατοικία σε γραφεία. Ανάλογα επιλέγεται το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου και περιγράφεται η αρχική και η ισχύουσα χρήση του κτιρίου, επισημαίνοντας τυχόν αλλαγές που έγιναν στην εγκατάσταση θέρμανσης.

- Αριθμός συστημάτων. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός συστημάτων θέρμανσης που εξυπηρετούν το κτίριο.

Οι **Πίνακες 3 – 5 και 14-15 συμπληρώνονται για κάθε σύστημα θέρμανσης**, ενώ οι **Πίνακες 7 – 13 συμπληρώνονται για κάθε μονάδα λέβητα/καυστήρα** που λειτουργεί στο κτίριο.

3.1.3. Πίνακας 3 – Υφιστάμενη Κατάσταση Εγκατάστασης

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά για την υφιστάμενη κατάσταση της εγκατάστασης θέρμανσης για κάθε σύστημα, για παράδειγμα, ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη, που υπάρχει στο κτίριο. Τα στοιχεία σχεδιασμού λαμβάνονται από τη μελέτη θέρμανσης και τα μηχανολογικά σχέδια, εάν υπάρχουν.

- α/α Συστήματος. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος θέρμανσης που εξυπηρετεί το κτίριο.
- Μελέτη θέρμανσης. Καταγράφεται η διαθεσιμότητα της μελέτης θέρμανσης, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Μηχανολογικά σχέδια. Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των μηχανολογικών σχεδίων της εγκατάστασης θέρμανσης, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Σύντομη περιγραφή. Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή της εγκατάστασης θέρμανσης.
- Θερμικές ζώνες. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός θερμικών ζωνών που καλύπτει το σύστημα θέρμανσης και για κάθε ζώνη προσδιορίζεται η τελική χρήση της.

Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, επιλέγεται μια από τις χρήσεις που εμφανίζονται στον κατάλογο για τη χρήση των θερμικών ζωνών αν πρόκειται για ενιαία χρήση. Σε περίπτωση μικτής χρήσης στη θερμική ζώνη, επιλέγονται περισσότερες από μια χρήσεις.

- Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού. Καταγράφεται η εσωτερική θερμοκρασία (^{o}C) σχεδιασμού της εγκατάστασης θέρμανσης, εάν υπάρχει από την μελέτη θέρμανσης, που αντιστοιχεί σε κάθε θερμική ζώνη που ορίστηκε.
- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος συστήματος, προσδιορίζοντας εάν είναι μονοζωνικό ή πολυζωνικό, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Έτος εγκατάστασης & λειτουργίας. Καταγράφεται το έτος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης.
- Μονάδα παραγωγής θερμότητας. Καταγράφονται οι μονάδες παραγωγής θερμότητας για την κεντρική θέρμανση χώρων. Οι μονάδες μπορεί να είναι: Λέβητας πετρελαίου, Λέβητας φυσικού αερίου, Λέβητας βιομάζας, Τηλεθέρμανση, ΣΗΘ, Κεντρική Α.Θ., Ηλιακοί συλλέκτες, ή Άλλο (προσδιορίζεται). Μπορεί επίσης να υπάρχουν συνδυασμοί μονάδων, όπως λέβητας φυσικού αερίου σε συνδυασμό με ηλιακούς συλλέκτες.
- Αμίαντος. Καταγράφεται αν υλικά που περιέχουν αμίαντο έχουν χρησιμοποιηθεί πραγματοποιώντας μία οπτική επιθεώρηση των μονωτικών υλικών (σωληνώσεις, αεραγωγοί, λέβητες κ.ά.). Ο αμίαντος είναι μία ορυκτή ίνα που χρησιμοποιούταν πολύ συχνά κατά την διάρκεια της δεκαετίας του εβδομήντα σαν μονωτικό και πυρασφαλές υλικό, εξαιτίας των πολύ καλών μονωτικών ιδιοτήτων του. Η χρήση του αμιάντου έχει πλέον απαγορευτεί εφόσον βρέθηκε ότι έχει επιπτώσεις στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και μπορεί να προκαλέσει καρκίνο. Βέβαια είναι πιθανό να βρεθεί και σήμερα σε τοίχους, σωλήνες, αεραγωγούς, μονώσεις λεβήτων,

πλακάκια και ηχομονωτικά υλικά κυρίως σε κτίρια που κατασκευάστηκαν κατά την διάρκεια της δεκαετίας του εβδομήντα. Γενικά, τα υλικά που περιέχουν αμίαντο τα οποία βρίσκονται σε καλή κατάσταση δεν είναι επικίνδυνα για ανθρώπινη έκθεση στον αμίαντο. Όμως αν το περίβλημα των ινών αμιάντου είναι φθαρμένο ή σκισμένο, οι ίνες μπορεί να ελευθερωθούν στον αέρα και να εισπνευσθούν.

 Μην διαχειρίζεστε μόνοι σας υλικά που μπορεί να περιέχουν αμίαντο. Συμβουλεύστε τον ιδιοκτήτη να επικοινωνήσει με έναν πιστοποιημένο επιθεωρητή για αμίαντο με στόχο την πραγματοποίηση επιθεώρησης και εργαστηριακής ανάλυσης των υλικών.

3.1.4. Πίνακας 4 – Κατανάλωση Καυσίμων

Η κατανάλωση καυσίμου καταγράφεται συνολικά ή για κάθε μονάδα (λέβητα / καυστήρα) ξεχωριστά (αν είναι διαθέσιμη) ή ανά χρήση καυσίμου για θέρμανση χώρων ή για θέρμανση χώρων και ζεστό νερό χρήσης (αν είναι διαθέσιμη) και ανά είδος καυσίμου. Βάσει του άρθρου 6 (παράγραφος 2, εδάφιο στ) της ΚΥΑ 189533/2011 (ΦΕΚ 2654/9-11-2011), οι υπεύθυνοι των εγκαταστάσεων θέρμανσης θα πρέπει να διατηρούν αρχείο με τα τιμολόγια και αποδείξεις προμήθειας καυσίμων για πέντε τουλάχιστον έτη. Οι καταναλώσεις πρέπει να είναι μέσες ετήσιες τιμές (lt/έτος ή Nm^3/έτος ή kWh/έτος) και να τεκμηριώνονται από τα τιμολόγια/παραστατικά αγοράς/χρέωσης των επιμέρους καυσίμων για την περίοδο των 3 τελευταίων ετών. Σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφεται η αντίστοιχη περίοδος από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/05 μέχρι 15/6/08).

 Σε περίπτωση μη διαθέσιμων στοιχείων κατανάλωσης καυσίμων ανά μονάδα ή ανά τελική χρήση, τότε η καταγραφή γίνεται για το σύνολο των συστημάτων λέβητα / καυστήρων και δεν συμπληρώνεται ξανά.

3.1.5. Πίνακας 5 – Κατανομή Δαπανών

Σε κτίρια που περιλαμβάνουν περισσότερες της μιας ιδιοκτησίες, η λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης ελέγχεται με διάφορους τρόπους. Η κατανομή ανά ιδιοκτησία των δαπανών κεντρικής θέρμανσης κτιρίων που περιλαμβάνουν περισσότερες της μιας ιδιοκτησίες καθορίζεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2427/1983 (Κατανομή Δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης Κτιρίων) και έγινε υποχρεωτική με το Π.Δ. 27 (ΦΕΚ631/Δ/07.22.85).

Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος κατανομής δαπανών θέρμανσης ή διαφορετικών χρήσεων, καταγράφεται και δίνεται μια σύντομη περιγραφή της διάταξης που μπορεί να περιλαμβάνει σύστημα:

- Ωρομέτρησης. Στα περισσότερα υφιστάμενα κτίρια, κάθε ιδιοκτησία που διαθέτει βάνα αυτονομίας η λειτουργία της ελέγχεται με εντολές που δέχεται από τον θερμοστάτη του χώρου. Η βάνα αυτονομίας είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένη με τον αντίστοιχο ωρομετρητή, που καταγράφει τις ώρες λειτουργίας της βάνας.
- Θερμιδομέτρησης. Τα συστήματα αυτονομίας μπορούν να χρησιμοποιήσουν θερμιδόμετρα, δηλαδή μετρητές θερμότητας, που αποδίδουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την πραγματική χρήση του συστήματος θέρμανσης. Η ποσότητα θερμότητας που καταναλώνεται υπολογίζεται από το γινόμενο της παροχής του ζεστού νερού που περνάει από την ηλεκτροβάνα στον συλλέκτη παροχής ζεστού νερού για κάθε ιδιοκτησία, επί την διαφορά θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής του νερού. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν συσκευές κατανομής δαπανών

θέρμανσης σε κάθε θερμαντικό σώμα οργάνων κατανομής της δαπάνης κεντρικής θέρμανσης (κατανεμητές δαπανών). Οι συσκευές αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως όργανα θερμιδομέτρησης που τοποθετούνται σε κάθε ανεξάρτητο σώμα και συνήθως συνδυάζονται με τοποθέτηση θερμοστατικής βαλβίδας στο σώμα.

- Μέτρησης καυσίμου. Μετράει την παροχή καυσίμου ανά σύστημα. Τέτοια μετρητική διάταξη μπορεί να εμφανιστεί σε περίπτωση πολλών συστημάτων διαφορετικής ιδιοκτησίας αλλά με κοινή δεξαμενή καυσίμου.
- Κεντρικό Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας – BEMS. Σε ελάχιστες περιπτώσεις μπορεί η κατανομή δαπανών, να γίνεται μέσω διάταξης μετρητών που ελέγχονται από κεντρικό σύστημα διαχείρισης της εγκατάστασης θέρμανσης.

3.1.6. Πίνακας 6 – Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Διανομής

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου διανομής (προσαγωγής και επιστροφής) για τη θέρμανση χώρων για κάθε σύστημα, για παράδειγμα, ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη, που υπάρχει στο κτίριο.

- α/α Συστήματος. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος θέρμανσης που εξυπηρετεί το κτίριο.
- Τύπος δικτύου. Καταγράφεται ο τύπος του δικτύου διανομής για την τροφοδοσία του ζεστού νερού από και προς την μονάδα παραγωγής θερμότητας και τους εσωτερικούς χώρους.

Το δισωλήνιο σύστημα είναι το παλαιότερο σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιούσαν μέχρι πρόσφατα σε όλες τις εγκαταστάσεις. Το κύριο χαρακτηριστικό μιας τέτοιας εγκατάστασης είναι οι δυο κατακόρυφες εμφανείς σωλήνες θέρμανσης κοντά στα θερμαντικά σώματα. Από τον συλλέκτη του συστήματος παραγωγής θερμότητας (λέβητας) ξεκινούν οι σωληνώσεις προσαγωγής ζεστού νερού μέσω του δικτύου διανομής προς το σύστημα απόδοσης (θερμαντικά σώματα). Αντίστοιχα, οι επιστροφές του νερού με τον ίδιο αριθμό σωλήνων συγκεντρώνονται σε ένα δεύτερο συλλέκτη του λέβητα. Οι σωλήνες διατρέχουν συνήθως την οροφή του υπογείου και συνδέονται με κατακόρυφες στήλες που διαπερνούν όλα τα επίπεδα του κτιρίου. Η μια στήλη μεταφέρει προς τα πάνω το ζεστό νερό (πχ από τον λέβητα προς τα θερμαντικά σώματα) και η δεύτερη στήλη μεταφέρει προς τα κάτω το κρύο τελικά νερό (πχ από τα σώματα προς τον λέβητα) για να ζεσταθεί και να αρχίσει πάλι η ίδια διαδικασία. Ο συνδυασμός των κατακόρυφων σωληνώσεων γίνεται συνήθως με 2 ή 3 σώματα σε κάθε επίπεδο του κτιρίου.

Το μονοσωλήνιο σύστημα με δίοδες βάνες αυτονομίας επικράτησε, ιδιαίτερα στις κατοικίες, από τη δεκαετία του 1980. Από το σύστημα παραγωγής θερμότητας ξεκινάει μια σωλήνα προσαγωγής και επιστρέφει μια σωλήνα επιστροφής του νερού. Συνήθως υπάρχει μια κατακόρυφη στήλη, από δυο σωλήνες για την προσαγωγή και την επιστροφή. Σε μεγάλα κτίρια, μπορεί να χρησιμοποιηθούν δυο κατακόρυφες στήλες. Σε κάθε επίπεδο του κτιρίου, τροφοδοτούνται οι συλλέκτες προσαγωγής του ζεστού νερού και αντίστοιχα συλλέγονται οι επιστροφές του κρύου νερού. Οι οριζόντιοι κλάδοι που ξεκινούν από τον συλλέκτη συνδέονται σε σειρά με τα θερμαντικά σώματα (έως τρία με τέσσερα σώματα) και τελικά καταλήγουν στο συλλέκτη επιστροφής. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται μια σειρά από κυκλώματα ενός σωλήνα που τροφοδοτεί στη σειρά τα θερμαντικά σώματα, έχοντας την έξοδο του ενός σώματος σαν είσοδο στο επόμενο σώμα που είναι συνδεδεμένο στο κύκλωμα.

- Είδος Αυτονόμησης. Καταγράφεται ο τύπος ελέγχου αυτονομίας του δικτύου διανομής εφόσον υπάρχει: με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάνα, με ανεξάρτητο κυκλοφορητή, με ανεξάρτητο λεβητοστάσιο κ.ά.
- Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου. Καταγράφεται η κατάσταση της θερμομόνωσης για κάθε τμήμα του δικτύου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (ανεπαρκής, μέτρια ή επαρκής) βασίζεται στα εξής:

Χαρακτηρισμός θερμομόνωσης δικτύου: Αφορά την θερμομόνωση του δικτύου ώστε να ελαχιστοποιήσει τις θερμικές απώλειες.	
Ανεπαρκής	Δίκτυο χωρίς θερμομόνωση ή το θερμομονωτικό υλικό έχει εκτεταμένες φθορές σε ποσοστό πάνω από 30%.
Μέτρια	Μικρού πάχους θερμομόνωση, ή στο θερμομονωτικό υλικό παρατηρούνται τοπικές φθορές ή πάνω από το 30% του δικτύου είναι χωρίς θερμομόνωση.
Επαρκής	Η θερμομόνωση του δικτύου έχει το απαιτούμενο πάχος. Το θερμομονωτικό υλικό είναι σε καλή κατάσταση, σε όλο το εκτεθειμένο δίκτυο.

Για να μειωθούν οι θερμικές απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ιδιαίτερα σε κτίρια με μεγάλες διαδρομές δικτύου και εμφανής σωλήνες σε μη θερμαινόμενους χώρους, απαιτείται κατάλληλη θερμομόνωση των σωλήνων του δικτύου. Η θερμομόνωση των σωλήνων μπορεί να γίνει ακόμη και σε υπάρχοντα δίκτυα χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά.



Σε νέα κτίρια πρέπει να ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για παράδειγμα, σύμφωνα με το άρθρο 8, παράγραφο 3.1γ του Κ.Εν.Α.Κ., οι εγκαταστάσεις δικτύων που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους διαθέτουν κατ' ελάχιστον πάχος θερμομόνωσης 19mm, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού λ=0,040 (W/m.K) στους 20^{o}C.

Η υφιστάμενη κατάσταση της θερμομόνωσης του συστήματος διανομής αξιολογείται για τα διαφορετικά τμήματα του δικτύου, όπως: Σωλήνες εντός λεβητοστασίου, Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη θερμαινόμενους χώρους, Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους θερμαινόμενους χώρους, Κατακόρυφες στήλες σε φρεάτια ή ψευδοροφές, Κατακόρυφες στήλες σε εξωτερικούς χώρους, Άλλος χώρος διέλευσης (προσδιορίζεται).

- Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου. Η υφιστάμενη κατάσταση λειτουργίας του δικτύου διανομής θερμότητας μπορεί να παρουσιάζει διάφορα προβλήματα που μειώνουν την αποτελεσματικότητά του. Καταγράφονται τα εμφανή προβλήματα που εμφανίζονται και ως ποσοστό (%) εμφάνισής τους επί του συνολικού δικτύου, ανά περίπτωση για: Διαρροές στο δίκτυο, Διαβρωμένοι σωλήνες, Κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο, Συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις, Αποφράξεις στο δίκτυο, Άλλο (προσδιορίζεται).
- Θερμοκρασία θερμού μέσου (^{o}C). Καταγράφεται η θερμοκρασία σχεδιασμού προσαγωγής και επιστροφής του θερμού μέσου του δικτύου διανομής.
- Εναλλάκτης. Καταγράφεται η ύπαρξη εναλλάκτη θερμότητας μεταξύ της μονάδας παραγωγής και διανομής θερμότητας (επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου), η θερμική του απόδοση (%) από την σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει, και δίνεται μια σύντομη περιγραφή της υπάρχουσας εγκατάστασης.
- Δοχείο αδράνειας. Καταγράφεται η ύπαρξη δοχείου αδράνειας στην εγκατάσταση (επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου), η χωρητικότητά του (lt) και δίνεται μια σύντομη περιγραφή.

- Δοχείο διαστολής. Καταγράφεται η ύπαρξη δοχείου διαστολής και ο τύπος του, ανοικτού τύπου ή κλειστού τύπου, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Ρυθμιστικές βαλβίδες εξισορρόπησης δικτύου. Καταγράφεται η ύπαρξη ρυθμιστικών βαλβίδων εξισορρόπησης δικτύου (επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου) και το είδος τους.
- Κυκλοφορητές-Αντλίες. Καταγράφεται ο τύπος του κυκλοφορητή (πχ σταθερών στροφών, ρυθμιζόμενων στροφών, ηλεκτρονικό, μόνιμου μαγνήτη κ.ά.), ο αριθμός των συγκεκριμένων τύπων κυκλοφορητών στο δίκτυο, η συνολική ονομαστική ισχύ (W), και η ενεργειακή κλάση στην οποία αντιστοιχούν.

Οι κυκλοφορητές θέρμανσης σταθερών στροφών, επιλέγονται ώστε να καλύψουν το μέγιστο φορτίο. Συνεπώς η κατανάλωση ενέργειας ξεπερνάει τις απαιτήσεις για τον μεγαλύτερο χρόνο λειτουργίας του και συνήθως εμφανίζονται θόρυβοι ροής, αέρας και φθορές στα εξαρτήματα. Οι υδρολίπαντοι ηλεκτρικοί κινητήρες επικράτησαν από τη δεκαετία του 1960, σε σχέση με τους «μεγάλους» ηλεκτρονικούς ελαιολίπαντους κινητήρες. Με σκοπό τη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των κυκλοφορητών, τη δεκαετία του 1970 εφαρμόστηκαν συστήματα αυτόματης ρύθμισης στροφών (μεταξύ τεσσάρων ταχυτήτων περιστροφής), ενώ τη δεκαετία του 1980 έγιναν οι πρώτες προσπάθειες αδιαβάθμιτης μεταβολής στροφών με εξωτερικό έλεγχο και αισθητήριο διαφορικής πίεσης. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 άρχισαν να χρησιμοποιούνται πλήρως ηλεκτρονικοί κυκλοφορητές οι οποίοι με την αύξηση του μανομετρικού μειώνουν τις στροφές προσπαθώντας να διατηρήσουν το μανομετρικό σταθερό (Δp-σταθερό) σε μια προεπιλεγμένη τιμή. Η εξέλιξη των ηλεκτρονικών κυκλοφορητών με πρόσθετες λειτουργίες ρύθμισης όπως μεταβλητό μανομετρικό (Δp-μεταβλητό), αυτόματη μετάβαση σε μειωμένο πρόγραμμα, και αυτόματη αλλαγή επιθυμητού μανομετρικού σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία νερού (Δp-T), επιτυγχάνουν καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Οι σύγχρονοι κυκλοφορητές υψηλής απόδοσης με κινητήρα μόνιμου μαγνήτη για ρότορα (αντί του ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα) επιτυγχάνουν υψηλότερη απόδοση από τους ασύγχρονους κινητήρες που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν. Από το 2005 οι κορυφαίοι κατασκευαστές υδρολίπαντων κυκλοφορητών στην Ευρώπη καθιέρωσαν την Ενεργειακή Σήμανση στους κυκλοφορητές. Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEI) για την ενεργειακή κλάση Α είναι μικρότερος από 0,4. Η εξοικονόμηση ενέργειας από κλάση σε κλάση αντιστοιχεί κατά μέσο όρο σε 22%. Οι κυκλοφορητές υψηλής απόδοσης πετυχαίνουν δείκτες EEI μεταξύ 0,26 έως 0,31 (ανάλογα τον τύπο).

- Μονάδες παραγωγής θερμότητας. Καταγράφεται ο αριθμός μονάδων παραγωγής θερμότητας που τροφοδοτούν το δίκτυο διανομής και δίνεται μια σύντομη περιγραφή της εγκατάστασης.

3.1.7. Πίνακας 7 – Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης Λέβητα / Καυστήρα

Η υφιστάμενη κατάσταση του λέβητα / καυστήρα αρχικά εκτιμάται από τα στοιχεία που βρίσκονται στο ημερολόγιο λεβητοστασίου. Το ημερολόγιο συνήθως περιλαμβάνει εγχειρίδια με:

- Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης λέβητα / καυστήρα,
- Αρχείο φύλλων συντήρησης και ρύθμισης λειτουργίας του συστήματος σύμφωνα με την ΚΥΑ 189533/2011 (παράγραφος 3 του άρθρου 5 και εδάφιο γ, παράγραφος 2 του άρθρου 6), που έχουν εκδοθεί από αδειούχο εγκαταστάτη και συντηρητή καυστήρων,
- Θεωρημένο βιβλίο καταγραφής μετρήσεων σύμφωνα με την ΚΥΑ 189533/2011,
- Κατασκευαστικά σχέδια της εγκατάστασης,
- Τιμολόγια ή αποδείξεις τροφοδοσίας καυσίμου, σύμφωνα με την ΚΥΑ 189533/2011.

Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των ανωτέρω εγχειριδίων και στοιχείων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Κατά την επιθεώρηση ελέγχεται η χωροθέτηση του λέβητα και γενικότερα του λεβητοστασίου ώστε να είναι σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421/86, “Εγκαταστάσεις σε Κτίρια: Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών χώρων”. Ειδικότερα, όπως ορίζεται και στην παράγραφο 3 του άρθρου 4 της ΚΥΑ 189533/2011, ελέγχονται τα εξής:

- θέση λεβητοστασίου: αν είναι σε εξωτερικό ή εσωτερικό χώρο. Στην περίπτωση που το λεβητοστάσιο είναι σε εξωτερικό χώρο τότε θα πρέπει να έχει ληφθεί υπόψη στην τελική απόδοση του λέβητα όπως αναφέρεται στο φύλλο συντήρησης.
- ευκολία πρόσβασης στο λεβητοστάσιο. Η πρόσβαση στο λεβητοστάσιο πρέπει να είναι εύκολη χωρίς εμπόδια.
- ευκολία συντήρησης – επισκευή. Η πρόσβαση στο λέβητα από τον συντηρητή είναι πολύ σημαντική για την επαρκή συντήρηση και επισκευή του. Η θέση του λέβητα πρέπει να πληροί κάποιες ελάχιστες αποστάσεις από τις τοιχοποιίες του λεβητοστασίου ή άλλων διατάξεων (π.χ. δεξαμενή καυσίμου) μέσα στο λεβητοστάσιο.

Κατά την οπτική επιθεώρηση, ανάλογα με την περίοδο που θα γίνει η επιθεώρηση, ελέγχονται:

- διαρροές καυσαερίων, από καπναγωγό, καμινάδα και πλευρικά τοιχώματα λέβητα,
- διαρροές καυσίμου: α) για την περίπτωση χρήσης πετρελαίου κατά την όδευσή του από τη δεξαμενή στον καυστήρα, διαρροές από τη δεξαμενή αποθήκευσης ή από την όδευση τροφοδοσίας καυσίμου προς τη δεξαμενή αποθήκευσης, β) για την περίπτωση χρήσης φυσικού αερίου, από το δίκτυο τροφοδοσίας προς το λέβητα ή τις βαλβίδες ασφαλείας του δικτύου.
- διαρροές στο θερμικό μέσο του λέβητα (νερό, ατμό, λάδι, αέρα),
- ύπαρξη επαρκούς θερμομόνωσης λέβητα για τον περιορισμό θερμικών απωλειών κατά την καύση,
- ύπαρξη επαρκούς θερμομόνωσης στον καπναγωγό ή/και την καπνοδόχο για τον περιορισμό θερμικών απωλειών και αποφυγή συμπύκνωσης των καπναερίων,
- ελέγχεται η κατάσταση λειτουργίας του καπναγωγού & καπνοδόχου: επικαθήσεις στα τοιχώματα, αποφράξεις, που επηρεάζουν τον επαρκή ελκυσμό και κατά συνέπεια την απόδοση της μονάδας,
- ύπαρξη υγροποιήσεων στην καπνοδόχο από τη συμπύκνωση καυσαερίων λόγω χαμηλών θερμοκρασιών,
- ύπαρξη καπνοθυρίδας στον καπναγωγό για τη δυνατότητα πρόσβασης καθαρισμού της καπνοδόχου,
- ύπαρξη ξεχωριστής αποχέτευσης συμπυκνωμάτων στην περίπτωση που υπάρχει λέβητας συμπύκνωσης. Τα συμπυκνώματα δεν επιτρέπεται να παροχετεύονται στο κοινό δίκτυο αποχέτευσης.


Απαιτείται ειδική διαχείριση των συμπυκνωμάτων από λέβητα συμπύκνωσης γιατί είναι τοξικά.

- επαρκής αερισμός λεβητοστασίου ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή καύση στο σύστημα. Το λεβητοστάσιο πρέπει να αερίζεται με φυσικό τρόπο, είτε μέσω σήραγγας, είτε με κατάλληλα διαστασιολογημένα ανοίγματα που να επικοινωνούν με το εξωτερικό περιβάλλον, για την προσαγωγή και απαγωγή του αέρα,.

Η διαθεσιμότητα δικτύου φυσικού αερίου (ΦΑ) στην περιοχή επιλέγεται εάν υπάρχει διαθέσιμο δίκτυο στην άμεση περιοχή που βρίσκεται το κτίριο (π.χ. στα όρια του οικοπέδου).

Από τα διαθέσιμα στοιχεία του ημερολογίου, και την οπτική επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να διαπιστώσει την εφαρμογή επαρκούς συντήρησης της μονάδας.

3.1.8. Πίνακας 8 – Τεχνικά Χαρακτηριστικά Λέβητα / Καυστήρα

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του λέβητα / καυστήρα για κάθε μονάδα που υπάρχει στο κτίριο. Τα στοιχεία λαμβάνονται από τη σήμανση των κατασκευαστών, εάν υπάρχει. Συγκεκριμένα καταγράφονται τα εξής:

- α/α Μονάδας, ο αύξων αριθμός της μονάδας θέρμανσης σε περίπτωση που υπάρχουν στο κτίριο πάνω από μία μονάδες.
- Τελική Χρήση, ανάλογα εάν η μονάδα λειτουργεί για θέρμανση χώρων, Ζ.Ν.Χ. ή και τα δύο ταυτόχρονα.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά Λέβητα

- Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός του λέβητα όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.
- Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης. Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας του λέβητα.
- Ονομαστική ισχύ του λέβητα, όπως αναγράφεται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει. Η τιμή εισάγεται σε kW ή σε kcal/h.
- Είδος λέβητα, χαλύβδινος, μαντεμένιος, Άλλο (προσδιορίζεται).
- Ενεργειακή απόδοση μονάδας σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα 335/93 «Απαιτήσεις απόδοσης για τους νέους λέβητες ζεστού νερού που τροφοδοτούνται με υγρά ή αέρια καύσιμα» (ΦΕΚ 143/Α/2-9-1993). Η δοκιμή της απόδοσης λεβήτων, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 92/42/ΕΕ ισχύει από τις αρχές του 1998. Με το Π.Δ. καθορίζονται οι απαιτήσεις απόδοσης των λεβήτων πετρελαίου ή αερίου για την παραγωγή ζεστού νερού, που έχουν ονοματική ισχύ από 4 kW έως 400 kW (3,5 – 340.000 kcal/h). Οι λέβητες υποβάλλονται σε συγκεκριμένες δοκιμές και η ωφέλιμη απόδοσή τους, ανάλογα με τον τύπο του συστήματος, πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από τα ελάχιστα απαιτούμενα όρια του πίνακα που δίνεται στο άρθρο 5 του ΠΔ 335/93. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η καλή λειτουργία και η απόδοση του συστήματος, που σημαίνει εξοικονόμηση ενέργειας και περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η πιστοποίηση γίνεται για το λέβητα και τον καυστήρα, έτσι όπως διατίθεται στο εμπόριο.
- Σήμανση CE, εάν υπάρχει, σύμφωνα με το Π.Δ. 335/93 και το Π.Δ. 32/2010 (ΦΕΚ 70/14-5-10), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Οι λέβητες υποβάλλονται σε συγκεκριμένες δοκιμές που πιστοποιούνται με το σήμα CE. Λέβητας συμπύκνωσης, εάν υπάρχει, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Σε περίπτωση λέβητα συμπύκνωσης θα πρέπει να ελέγχεται αν υπάρχει ειδική αποχέτευση για τα συμπυκνώματα (Πίνακας 3). Σύμφωνα με την παράγραφο 8 του άρθρου 4 της ΚΥΑ 189533/2011, κάθε αντικατάσταση παλιών μονάδων λεβήτων και καυστήρων ή η εγκατάσταση νέων μονάδων θα πρέπει υποχρεωτικά να φέρει σήμανση CE και συνυπεύθυνοι για την εφαρμογή αυτή είναι ο υπεύθυνος των εγκαταστάσεων και ο συντηρητής.
- Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας και αντοχής λέβητα. Οι λέβητες θα πρέπει να λειτουργούν σε πίεση μικρότερη από την πίεση αντοχής που έχουν σχεδιαστεί.
- Καύσιμο σχεδιασμού: πετρέλαιο, φυσικό αέριο, LPG, Άλλο (προσδιορίζεται). Καταγράφεται το καύσιμο για το οποίο είναι σχεδιασμένος ο λέβητας να λειτουργεί. Πολλοί λέβητες πετρελαίου χρησιμοποιούνται σήμερα με καύση φυσικού αερίου.

- Θερμικό μέσο για την μεταφορά θερμότητας από τον λέβητα προς την εκάστοτε χρήση. Συνήθως χρησιμοποιείται νερό ή ατμός σε μεγάλες μονάδες. Ο αέρας ή το λάδι σπανιότερα αλλά υπάρχει κυρίως σε μεγάλες μονάδες του τριτογενή τομέα.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καυστήρα

- Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμό του καυστήρα όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.
- Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης. Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας του καυστήρα.
- Ενσωματωμένος καυστήρας. Οι ενσωματωμένοι καυστήρες είναι τμήμα των μονάδων θέρμανσης που συνήθως είναι μικρής ισχύος (μέχρι 35.000 kcal/h), και δεν απαιτείται λεβητοστάσιο για την εγκατάσταση τους. Είναι δύσκολη η ρύθμιση τους και συνήθως όχι και τόσο αποτελεσματική. Τα ενσωματωμένα συστήματα εγκαθίστανται εκτός από εσωτερικούς και σε εξωτερικούς χώρους (μπαλκόνια, ακάλυπτοι χώροι κ.ά.) κοντά στους υπό θέρμανση εσωτερικούς χώρους.
- Ισχύς καυστήρα, που αναγράφεται από τον κατασκευαστή, ως μέγιστη και ελάχιστη τιμή σε [kW].
- Καύσιμο λειτουργίας: πετρέλαιο, φυσικό αέριο, LPG, Άλλο (προσδιορίζεται). Καταγράφεται το καύσιμο που χρησιμοποιεί ο καυστήρας.
- Παροχή καυσίμου στον καυστήρα, που αναγράφεται από τον κατασκευαστή, ως μέγιστη και ελάχιστη τιμή σε [kg/h] ή [Nm^3/h].
- Κατηγορία καυστήρα. Οι καυστήρες διαχωρίζονται σε πιεστικούς ή ατμοσφαιρικούς. Συνήθως είναι πιεστικοί (εξαναγκασμένη τροφοδοσία αέρα) και διακρίνονται σε μονοβάθμιους, διβάθμιους, τριβάθμιους και προοδευτικής λειτουργίας.
- Αυτόματη φραγή του αέρα στον καυστήρα κατά την σβέση. Καταγράφεται η ύπαρξη διαφράγματος (damper) στον καυστήρα για την αυτόματη παροχή και διακοπή αέρα.
- Συμβατότητα λέβητα με καυστήρα. Καταγράφεται η συμβατότητα λειτουργίας του λέβητα και του καυστήρα (ισχύς, είδος καυσίμου κ.ά.). Σύμφωνα με την παράγραφο 8 του άρθρου 4 της ΚΥΑ 189533/2011, σε κάθε αντικατάσταση παλιών μονάδων λεβήτων ή καυστήρων θα πρέπει να ελέγχεται η καταλληλότητα (ταίριασμα) των μονάδων σύμφωνα με τις προδιαγραφές των μονάδων αυτών. Ο εγκαταστάτης ή συντηρητής θα χορηγούν στον υπεύθυνο της εγκατάστασης βεβαίωση στην οποία τεκμηριώνεται και αιτιολογείται η συμβατότητα των μονάδων λέβητα και καυστήρα.
- Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καπναγωγού & Καπνοδόχου.
- Υλικό κατασκευής καπναγωγού. Καταγράφεται το υλικό κατασκευής του καπναγωγού, αλουμίνιο, ανοξείδωτο κ.ά.
- Ευκολία όδευσης προς καπνοδόχο. Καταγράφεται αν είναι εύκολη η όδευση των καπναερίων μέσα από τον καπναγωγό ή υπάρχει μερική απόφραξη.
- Διάφραγμα ρύθμισης ελκυσμού. Καταγράφεται η ύπαρξη διαφράγματος ελκυσμού, για την ρύθμιση της βέλτιστης παροχής των καυσαερίων.
- Αυτόματο διάφραγμα φραγής αέρα στον καπναγωγό, ώστε να διακόπτεται η όδευση των καπναερίων κατά την σβέση του καυστήρα.
- Υλικό κατασκευής καπνοδόχου. Καταγράφεται το υλικό κατασκευής της καπνοδόχου, αλουμίνιο, ανοξείδωτο κ.ά.
- Διέλευση καπνοδόχου από εσωτερικό χώρο, ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο οι θερμικές απώλειες και η συμπύκνωση των καυσαερίων πριν την έξοδό τους από την καπνοδόχο.

- Βάση καπνοδόχου σε επισκέψιμο σημείο. Η βάση της καπνοδόχου πρέπει να είναι προσβάσιμη για τον επαρκή καθαρισμό της, όπου συλλέγονται όλα τα στερεά σωματίδια και υπολείμματα από τα καυσαέρια.
- Θυρίδα καθαρισμού επί του καπναγωγού, προκειμένου να εξασφαλίζεται ο καθαρισμός του καπναγωγού και της βάσης της καπνοδόχου από τα στερεά υπολείμματα.

Δεξαμενή Καυσίμου

Κατά την επιθεώρηση ελέγχεται η δεξαμενή καυσίμου, ως προς τα εξής:

- θέση δεξαμενής καυσίμου: αν είναι σε εξωτερικό ή εσωτερικό χώρο.
- αν είναι υπέργεια ή υπόγεια.
- έλεγχος ποσότητας παράδοσης: με μετρητή στάθμης, ηλεκτρονικό ή άλλου τύπου.
- ένδειξη στάθμης καυσίμου: με πλωτήρα, συγκοινωνούντα δοχεία, ηλεκτρονικό σύστημα με υπερήχους.
- ευκολία πρόσβασης στην δεξαμενή. Προκειμένου να ελέγχεται η δεξαμενή ως προς τις διαρροές κ.ά., καθώς επίσης και να υπάρχει δυνατότητα καθαρισμού, ελέγχεται η ευκολία πρόσβασης.

3.1.9. Πίνακας 9 – Ενδείξεις Μετρητών

Σε περίπτωση ύπαρξης μετρητών, καταγράφεται η ένδειξη της προηγούμενης (αν έχει προηγηθεί άλλη επιθεώρηση λέβητα/καυστήρα) και της τελευταίας μέτρησης (της τρέχουσας επιθεώρησης). Οι πιθανοί μετρητές καυσίμου μπορεί να είναι:

- Μετρητής αερίου καυσίμου (Nm^3) ή πετρελαίου (lt). Μετράει την παροχή καυσίμου ανά σύστημα. Τέτοια μετρητική διάταξη μπορεί να εμφανιστεί σε περίπτωση πολλών συστημάτων διαφορετικής ιδιοκτησίας αλλά με κοινή δεξαμενή καυσίμου.
- Ωρομετρητής καυστήρα (hr) όπου καταγράφει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας του συστήματος. Από την ένδειξη αυτή μπορεί να εκτιμηθεί και η πραγματική κατανάλωση καυσίμου.
- Μετρητής τροφοδοσίας νερού στο δίκτυο διανομής θέρμανσης. Μετράει το κοινόχρηστο νερό που καταναλώνεται για πλήρωση του δικτύου διανομής.
- Μετρητής Ζ.Ν.Χ. σε περίπτωση κοινόχρηστου συστήματος θέρμανσης Ζ.Ν.Χ. με πολλούς ιδιοκτήτες.

3.1.10. Πίνακας 10 - Μετρούμενα Μεγέθη από Ανάλυση Καυσαερίων

Συμπληρώνονται τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί στο φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος σύμφωνα με την ΚΥΑ 189533/2011 (ΦΕΚ 2654/9-11-2011) για πλήρη ή μερική φόρτιση του λέβητα. Σύμφωνα με την παράγραφο 1 του άρθρου 5 της ΚΥΑ 189533/2011, η διαδικασία συντήρησης και ρύθμισης λειτουργίας των εγκαταστάσεων, μέρος της οποίας είναι και η ανάλυση καυσαερίων, είναι υποχρεωτική για όλα τα κτίρια που διαθέτουν συστήματα λέβητα/καυστήρα (ανεξαρτήτου θερμικής ισχύος), μία φορά τον χρόνο όταν χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων και μία φορά ανά εξάμηνο όταν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. ή/και ατμού, ανεξάρτητα από την παράλληλη χρήση τους για θέρμανση χώρων. Επιπλέον, σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 της ΚΥΑ 189533/2011, για όλες τις εγκαταστάσεις θέρμανση χώρων (για την περίοδο 15 Οκτωβρίου έως 15 Απριλίου) και παραγωγής Ζ.Ν.Χ. ή/και ατμού με <u>συνολική</u> θερμική ισχύ ίση ή μεγαλύτερη των 400 KW, επιβάλλεται ο έλεγχος και η διενέργεια μέτρησης καυσαερίων τουλάχιστον μια φορά τον μήνα. Οι μετρήσεις αυτές καταχωρούνται σε σχετικό βιβλίο μετρήσεως καυσαερίων

θεωρημένο από την αρμόδια δ/νση του ΥΠΕΚΑ ή τις κατά τόπους αρμόδιες υπηρεσίες της περιφερειακής ανάπτυξης. Τα όρια των επιτρεπόμενων τιμών στα μετρούμενα μεγέθη κατά τη ρύθμιση λειτουργίας και καυσανάλυση παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Επιτρεπόμενα όρια για εγκαταστάσεις θέρμανσης

Παράμετρος	Οριακή τιμή πετρέλαιο	Οριακή τιμή αέρια καύσιμα
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας λόγω θερμών καυσαερίων σε (%)	15	15
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή περιεκτικότητας κατ' όγκο των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO) ανηγμένη σε οξυγόνο αναφοράς 3%, σε ppm.	90	90
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή περιεκτικότητας κατ' όγκο των καυσαερίων σε οξείδια του αζώτου (NOx) ανηγμένη σε οξυγόνο αναφοράς 3%, σε ppm.	150	150 για υγραέριο 125 για φυσικό αέριο
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του δείκτη αιθάλης της κλίμακας Bacharach	1	1 για υγραέριο 0 για φυσικό αέριο
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή περιεκτικότητας κατ' όγκο των καυσαερίων σε οξυγόνο (O_2), σε % κ.ο. (Ισχύει μόνο για πιεστικούς καυστήρες.	7	7

Στην περίπτωση πολυβάθμιων καυστήρων και καυστήρων προοδευτικής λειτουργίας απαιτείται η προσκόμιση φύλλων ελέγχων καυσαερίων, από τον αδειούχο εγκαταστάτη και συντηρητή καυστήρων, για όλες τις βαθμίδες λειτουργίας καθώς και 'τρεις' ενδιάμεσες σε περιπτώσεις καυστήρων προοδευτικής λειτουργίας. Σύμφωνα με την παράγραφο 7 του άρθρου 4 της ΚΥΑ 189533/2011, σε νέες και υφιστάμενες εγκαταστάσεις θέρμανσης στις οποίες είναι αναγκαία η εγκατάσταση καυστήρα και έχουν ωφέλιμη ονοματική θερμική ισχύ μεγαλύτερη από 180 kW, επιβάλλεται η χρήση διβάθμιων καυστήρων ή καυστήρων προοδευτικής ένασυσης.

Από την πίεση αντλίας καυστήρα και την παροχή του μπέκ του καυστήρα προσδιορίζεται βάση του τυποποιημένου εντύπου η παροχή καυσίμου στον καυστήρα. Από την παροχή καυσίμου, τον βαθμό απόδοσης καύσης, τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης (ΚΥΑ 189533/2011) και τη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου (ενδεικτικές τιμές παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί), προσδιορίζεται και η πραγματική ισχύς λειτουργίας του λέβητα, η οποία καταγράφεται στον Πίνακα 6 του Εντύπου Επιθεώρησης Λέβητα (Παράρτημα Β). Από την πραγματική ισχύ του λέβητα που προκύπτει, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να εκτιμήσει και τη συνολική κατάσταση λειτουργίας του λέβητα και να προτείνει τις απαραίτητες επεμβάσεις αναβάθμισης.

Θερμογόνος δύναμη και πυκνότητα συμβατικών καυσίμων

Καύσιμο	Πετρέλαιο ντήζελ	Μαζούτ	Φυσικό αέριο	Προπάνιο
Θερμογόνος δύναμη (kcal/kg)	10.000	9.600	12.400	11.800
Πυκνότητα (kg/m^3)	850	944	0,7175	570

3.1.11. Πίνακας 11 - Θερμοστατικές Ρυθμίσεις Λειτουργίας

Καταγράφεται η πραγματική και η προτεινόμενη θερμοκρασία λειτουργίας του λέβητα, υψηλή (~75^oC) ή χαμηλή (~45^oC), καθώς και η θερμοκρασία του νερού στο δίκτυο διανομής της εγκατάστασης θέρμανσης ή για την κάλυψη αναγκών σε Ζ.Ν.Χ.

3.1.12. Πίνακας 12 - Έλεγχος Σωστής Λειτουργίας

Προσδιορίζονται τα δεδομένα για τη σωστή λειτουργία του συστήματος λέβητα / καυστήρα. Συγκεκριμένα καταγράφονται, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου:

- Η λειτουργία εντός προβλεπόμενων ορίων του λέβητα. Σύμφωνα με την ΚΥΑ 189533/2011 και τα επιτρεπόμενα όρια των μετρούμενων μεγεθών κατά την καυσανάλυση, η λειτουργία στο φύλλο συντήρησης κρίνεται εντός ή εκτός ορίων. Σύμφωνα με το αποτέλεσμα της καυσανάλυσης, καταγράφεται εάν ο λέβητας λειτουργεί εντός προβλεπόμενων ορίων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Η απόκλιση από την ονομαστική ισχύ. Ελέγχεται αν έχει φορτιστεί ο λέβητας (ισχύς εισόδου) σύμφωνα με την αναγραφόμενη ισχύ εισόδου του λέβητα και πόση είναι αυτή. Από τον προσδιορισμό της πραγματικής θερμικής ισχύος του λέβητα και την ονομαστική ισχύ του κατασκευαστή, καταγράφεται η απόκλιση και λαμβάνεται υπόψη στον χαρακτηρισμό της ενεργειακής απόδοσης του λέβητα. Σύμφωνα με την παράγραφο 6 του άρθρου 4 της ΚΥΑ 189533/2011, οι λέβητες των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης θα πρέπει να λειτουργούν στην ωφέλιμη ονομαστική ισχύ τους ή στο πεδίο της μέγιστης και ελάχιστης ωφέλιμης ονομαστικής ισχύος όπως καθορίζεται από τον κατασκευαστή.
- Η σωστή λειτουργία του θερμοστάτη ελέγχου λειτουργίας του λέβητα, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Η σωστή λειτουργία του θερμοστάτη ασφαλείας του καυστήρα, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Η σωστή λειτουργία τη ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας διακοπής παροχής καυσίμου στον καυστήρα, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

3.1.13. Πίνακας 13 - Τελική Διάγνωση για το σύστημα λέβητα / καυστήρα

Καταγράφεται η σωστή λειτουργία του συστήματος λέβητα / καυστήρα, με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του λέβητα και λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση του συστήματος, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση του, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (κακή, μέτρια, καλή, πολύ καλή) βασίζεται στα εξής:

Χαρακτηρισμός συνολικής εγκατάστασης: Αφορά συμπεράσματα σχετικά με την εγκατάσταση του λέβητα (σήμανση ή όχι), πιστοποίηση, συμβατότητα λέβητα καυστήρα, διάφραγμα σβέσης καυστήρα, πρόσβαση στο λεβητοστάσιο, ευκολία συντήρησης, θέση δεξαμενής καυσίμου, όδευση καπναγωγού – καπνοδόχου, μονώσεις, θέση λεβητοστασίου, ικανότητα κυκλοφορητή κ.ά.	
Κακή (Ακατάλληλη)	1. Ασυμβατότητα του λέβητα με τον καυστήρα και κυκλοφορητές με ανικανότητα απόδοσης θερμικής ισχύος στο δίκτυο διανομής. 2. Λέβητας χωρίς σήμανση και προδιαγραφές εγκατεστημένος στο εξωτερικό περιβάλλον, χωρίς διάφραγμα σβέσης καυστήρα, με δυσκολία συντήρησης, χωρίς μόνωση κελύφους λέβητα, με δυσκολία όδευσης καυσαερίων στον καπναγωγό και καπνοδόχο και κυκλοφορητής με ανικανότητα απόδοσης θερμικής ισχύος στο δίκτυο διανομής.
Μέτρια (Ανεπαρκής)	Λέβητας χωρίς σήμανση και προδιαγραφές, χωρίς διάφραγμα σβέσης καυστήρα, με δυσκολία συντήρησης, με μερική μόνωση κελύφους λέβητα, με μερική δυσκολία όδευσης καυσαερίων στον καπναγωγό και καπνοδόχο. Υπάρχει μερική δυσκολία πρόσβασης στο λεβητοστάσιο και κυκλοφορητές με μερική ικανότητα απόδοσης θερμικής ισχύος στο δίκτυο διανομής.
Καλή (Επαρκής)	Λέβητας με σήμανση και προδιαγραφές, με ικανοποιητική απόδοσης (>87%), με διάφραγμα σβέσης καυστήρα, με ευκολία συντήρησης, με μόνωση κελύφους λέβητα, με

	ευκολία όδευσης καυσαερίων στον καπναγωγό και καπνοδόχο. Υπάρχει ευκολία πρόσβασης στο λεβητοστάσιο και κυκλοφορητές με επαρκή ικανότητα απόδοσης θερμικής ισχύος στο δίκτυο διανομής.
Πολύ καλή (υψηλής απόδοσης)	Λέβητας με σήμανση και προδιαγραφές, με άριστη απόδοση (>90%), με διάφραγμα σβέσης καυστήρα, με ευκολία συντήρησης, με μόνωση κελύφους λέβητα, με επαρκή όδευσης καυσαερίων. Υπάρχει ευκολία πρόσβασης στο λεβητοστάσιο και κυκλοφορητές με πλήρη ικανότητα απόδοσης θερμικής ισχύος στο δίκτυο διανομής.

Χαρακτηρισμός λειτουργίας εγκατάστασης: Αφορά την απόδοση καύσης του συστήματος και τα μετρούμενα μεγέθη εκλυόμενων ρύπων κατά την καύση (ΚΥΑ 189533/2011) και την ικανότητα απόδοσης της ονομαστικής ισχύος του λέβητα.			
	Απόκλιση ρύπων σε σχέση με το ονομαστικό όριο σε (ppm)	**Βαθμός απόδοσης καύσης (n)**	**Απόκλιση φόρτισης σε σχέση με την ονομαστική**
Κακή	> από ον. όριο	n < 83%	> 25%
Μέτρια	< 100÷75% του ον. ορίου	83%≤ n <87%	15% ÷ 25%
Καλή	< 75÷30% του ον. ορίου	87%≤ n <90%	5% ÷15%
Πολύ καλή	< 30% του ον. ορίου	n ≥90%	< 5%



Για να ανήκει σε κάποια από τις πιο πάνω κατηγορίες λειτουργίας εγκατάστασης ο λέβητας θα πρέπει να πληροί όλους του όρους της κατηγορίας αυτής.

Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης: Αφορά την συντήρηση του λέβητα-καυστήρα	
Κακή	Δεν εφαρμόζεται συντήρηση. Δεν υπάρχει αρχείο με φύλλα ελέγχου & ανάλυσης καυσαερίων. Δεν υπάρχει θεωρημένο Βιβλίο Καταγραφής Μετρήσεων (όπου απαιτείται). Δεν υπάρχει δυνατότητα συντήρησης λόγω περιορισμένης πρόσβασης στον λέβητα-καυστήρα.
Μέτρια	Εφαρμόζεται συντήρηση αλλά όχι τακτικά. Δεν υπάρχει αρχείο με φύλλα ελέγχου & ανάλυσης καυσαερίων. Δεν υπάρχει θεωρημένο Βιβλίο Καταγραφής Μετρήσεων (όπου απαιτείται). Υπάρχει περιορισμένη δυνατότητα συντήρησης λόγω μερικής πρόσβασης στον λέβητα-καυστήρα.
Καλή	Εφαρμόζεται τακτική συντήρηση. Υπάρχει ελλιπές αρχείο με φύλλα ελέγχου & ανάλυσης καυσαερίων. Υπάρχει θεωρημένο Βιβλίο Καταγραφής Μετρήσεων (όπου απαιτείται). Υπάρχει δυνατότητα συντήρησης λόγω πρόσβασης στον λέβητα-καυστήρα.
Πολύ καλή	Εφαρμόζεται τακτική συντήρηση. Υπάρχει πλήρες αρχείο με φύλλα ελέγχου & ανάλυσης καυσαερίων. Υπάρχει θεωρημένο Βιβλίο Καταγραφής Μετρήσεων (όπου απαιτείται). Υπάρχει δυνατότητα συντήρησης λόγω πρόσβασης στον λέβητα-καυστήρα. Εφαρμόζονται οι παρατηρήσεις του συντηρητή και ελέγχονται εξ' αρχής.

3.1.14. Πίνακας 14 – Τεχνικά Χαρακτηριστικά Τερματικών Μονάδων (ΤΜ) Απόδοσης Θέρμανσης

Η απόδοση θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των ΤΜ. Το ζεστό νερό που παράγεται από το λέβητα τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης, για παράδειγμα, στα θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή σε τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά σαν fan coils) ή σε ΚΚΜ.

Τα θερμαντικά σώματα αποτελούν τον βασικό εξοπλισμό μιας κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης και είναι οι πλέον συνηθισμένες ΤΜ. Η διαφοροποίηση του ενδοδαπέδιου (υποδαπέδιου) ή ενδοτοίχιου συστήματος θέρμανσης από τα άλλα συστήματα προσαγωγής του ζεστού νερού στους εσωτερικούς χώρους και απόδοσης θερμότητας, είναι στο ότι οι σωλήνες παροχής/κυκλοφορίας ζεστού νερού τοποθετούνται στο δάπεδο ή τους τοίχους, αντίστοιχα. Για παράδειγμα, το ζεστό νερό κυκλοφορεί μέσα από τους σωλήνες που είναι απλωμένοι στο δάπεδο, μετατρέποντας ουσιαστικά το δάπεδο σε ένα μεγάλο θερμαντικό σώμα. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτού του τύπου των

εγκαταστάσεων είναι η λειτουργία τους σε χαμηλά σχετικά θερμοκρασίες (θερμοκρασία ζεστού νερού 30-40^oC και σπανιότερα 45-55^oC). Συνεπώς, η λειτουργία σε αυτές τις χαμηλές θερμοκρασίες επιτρέπει εξοικονόμηση ενέργειας και δυνατότητα συνδυασμού εναλλακτικών συστημάτων θέρμανσης νερού, για παράδειγμα, ηλιακούς συλλέκτες. Οι τοπικές ή κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, χρησιμοποιούνται συνήθως και για ψύξη σε εγκαταστάσεις κλιματισμού, αφού οι ίδιες μονάδες τροφοδοτούνται με κρύο νερό από ένα ψύκτη. Οι μονάδες στοιχείου-ανεμιστήρα μπορεί να είναι τοποθετημένες στην οροφή ή στο δάπεδο.

- α/α Συστήματος. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός των ΤΜ απόδοσης θέρμανσης που εξυπηρετεί το συγκεκριμένο σύστημα.
- Είδος. Καταγράφεται το είδος των ΤΜ απόδοσης (εκπομπής) θέρμανσης που τροφοδοτούνται από το κάθε σύστημα θέρμανσης, και αξιολογείται η υφιστάμενη κατάσταση των ΤΜ, λαμβάνοντας υπόψη τις εξής παραμέτρους:
- Σωστή διαστασιολόγηση των ΤΜ, σε σχέση με τις θερμικές απώλειες, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Η θερμική ισχύς των ΤΜ πρέπει να επαρκεί για την κάλυψη των φορτίων στον χώρο εγκατάστασής τους.
- Σωστή θέση εγκατάστασης των ΤΜ κοντά σε ανοίγματα (πχ παράθυρα, μπαλκονόπορτες) όπου παρουσιάζονται οι απώλειες θερμότητας, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Η προσεκτική τους χωροθέτηση μέσα στον χώρο πρέπει να εξασφαλίζει την σωστή διανομή θερμότητας, έτσι ώστε να μην υπάρχουν έντονες θερμοκρασιακές διαφορές.
- Εμπόδια γύρω από τις μονάδες, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Τα θερμαντικά σώματα είναι το πιο ορατό τμήμα της εγκατάστασης και πολλές φορές καλύπτονται από διακοσμητικά στοιχεία ή έπιπλα. Αντιμετωπίζονται περισσότερο σαν διακοσμητικά στοιχεία, περιορίζοντας έτσι την λειτουργικότητά τους και την θερμική τους απόδοσή. Ο μελετητής έχει να αντιμετωπίσει πρακτικά προβλήματα στην επιλογή τοποθέτησής τους, λόγω του όγκου που καταλαμβάνουν, της εσωτερικής διαρρύθμισης των χώρων κ.ά. Η επιλογή του μεγέθους του κάθε θερμαντικού σώματος γίνεται έτσι ώστε να καλύψει τα φορτία που προκύπτουν από την μελέτη θέρμανσης.
- Χρήση πρόσθετου τοπικού συστήματος θέρμανσης, για παράδειγμα, αντλία θερμότητας που καλύπτει πρόσθετα θερμικά φορτία του χώρου, σε συνδυασμό με τη λειτουργία της κεντρικής εγκατάστασης, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Διαβρώσεις και φθορές που παρουσιάζουν οι ΤΜ σε επιφάνειές τους, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Διαρροή θερμικού μέσου κατά την κυκλοφορία του μέσα από τις ΤΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Οι διαρροές έχουν σαν αποτέλεσμα την κακή απόδοση της συνολικής εγκατάστασης θέρμανσης.
- Επαρκής λειτουργία βαλβίδων παροχής, επιστροφής και ρύθμισης στις ΤΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Σωστή υδραυλική εξισορρόπηση των ΤΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Επαρκής καθαρισμός και συντήρηση των ΤΜ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Συμβάλει στην καλύτερη θερμική απόδοση.

3.1.15. Πίνακας 15 – Χαρακτηριστικά Συστημάτων Ελέγχου

Ο έλεγχος λειτουργίας της μονάδας παραγωγής θερμότητας ή απόδοσης των επιμέρους κλάδων της εγκατάστασης θέρμανσης, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου.

- Κεντρικό σύστημα ελέγχου – ρύθμισης. Η λειτουργία της μονάδας κεντρικής θέρμανσης σε κτίρια που δεν υπάρχει αυτονομία, έχει περιοδική λειτουργία που συνήθως ελέγχεται από έναν απλό 24ωρο χρονοδιακόπτη (ωρολογιακό ελεγκτή με πρόγραμμα λειτουργίας αφής/σβέσης (on/off)). Ο ρυθμιστής αντιστάθμισης είναι το σύστημα που ρυθμίζει αυτόματα την θερμοκρασία του προσαγόμενου θερμού νερού στις τερματικές μονάδες. Η θέση ρύθμισης γίνεται σε συνάρτηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της επιθυμητής θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων. Η εγκατάσταση είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την ΚΥΑ 20840/79. Το σύστημα αντιστάθμισης ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις για ορθολογική χρήση ενέργειας, επιτρέποντας περισσότερες ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης, με μικρότερο κόστος, ελαχιστοποιώντας τα προβλήματα θερμικής άνεσης των ενοίκων. Σε μεγάλα κτίρια, οι απαιτήσεις και οι ρυθμίσεις είναι συνήθως πιο σύνθετες, ιδίως όταν απαιτούνται διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες ανάλογα με τη χρήση των χώρων ή λειτουργούν με διαφορετικά ωράρια. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται BEMS που ελέγχουν πλήρως την λειτουργία της θέρμανσης και επιπλέον πολλών άλλων παραμέτρων και συστημάτων (πχ έλεγχος λειτουργίας του αερισμού, φωτισμού κ.ά.). Η ρύθμιση και ο έλεγχος της λειτουργίας μπορεί να γίνει εύκολα από ένα κεντρικό σημείο ελέγχου, σε διαφορετικές ζώνες ανάλογα με τις απαιτήσεις.
- Σύστημα ελέγχου – ρύθμισης επιμέρους κλάδων δικτύου θέρμανσης. Η λειτουργία του συστήματος θέρμανσης πρέπει να ελέγχεται σε συνάρτηση με εσωτερικούς θερμοστάτες χώρων (ηλεκτρομηχανικός, ηλεκτρονικός, ψηφιακός), έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση, αλλά και παράλληλη χρήση θερμοστατών αντιστάθμισης εξωτερικών χώρων. Οι εσωτερικοί θερμοστάτες χώρου, χρησιμοποιούνται σε κεντρικές εγκαταστάσεις θέρμανσης με μονοσωλήνιο σύστημα, προσφέροντας παράλληλα αυτονομία λειτουργίας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι. Με τους απλούς χειροκίνητους θερμοστάτες ελέγχεται η επιθυμητή θερμοκρασία που καθορίζει την λειτουργία του συγκεκριμένου κυκλώματος θέρμανσης. Για μεγαλύτερη ευελιξία στη ρύθμιση της λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης, χρησιμοποιούνται προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες (π.χ. για διάφορες περιόδους της ημέρας και της εβδομάδας). Οι ηλεκτρομηχανολογικοί θερμοστάτες συνήθως έχουν υψηλότερη ακρίβεια από τους ψηφιακούς.
- Σύστημα ελέγχου – με θερμοστάτη για κάθε χώρο ή θερμική ζώνη. Οι ίδιες διατάξεις θερμοστατών εφαρμόζονται και σε επίπεδο θερμικής ζώνης ή επιμέρους χώρων. Για να είναι ενεργειακά αποδοτικές τέτοιου είδους διατάξεις, θα πρέπει και το δίκτυο διανομής καθώς και οι τερματικές μονάδες να ελέγχονται ξεχωριστά, ώστε να εφαρμόζεται διακοπτόμενη λειτουργία ανά χώρο.

Προσδιορίζονται τα δεδομένα για τη σωστή λειτουργία του συστήματος ελέγχου. Συγκεκριμένα καταγράφονται, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου για την:

- Σωστή θέση του θερμοστάτη στις θερμικές ζώνες του κτιρίου, ανάλογα με τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες και τα πιθανά ηλιακά ή άλλα εσωτερικά θερμικά κέρδη, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Σωστή ρύθμιση του θερμοστάτη στην επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Ύπαρξη θερμοστατικών κεφαλών σε όλα τα θερμαντικά σώματα, για την ρύθμιση της κυκλοφορίας του ζεστού νερού ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία και τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες και τα πιθανά ηλιακά ή άλλα εσωτερικά θερμικά κέρδη, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Ύπαρξη οδηγιών λειτουργίας για τα επιμέρους συστήματα ελέγχου.

3.1.16. Πίνακας 16 – Τελική Διάγνωση για το σύστημα θέρμανσης

Καταγράφεται η σωστή λειτουργία του συστήματος θέρμανσης, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των μονάδων και του εξοπλισμού, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση των μονάδων και λοιπού εξοπλισμού. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (κακή, μέτρια, καλή, πολύ καλή) βασίζεται στα εξής:

Χαρακτηρισμός συνολικής εγκατάστασης: Αφορά την ικανότητα της εγκατάστασης να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση. Η απόδοση ελέγχεται από την θερμοκρασία παροχής και επιστροφής του θερμικού μέσου.	
Κακή	Η θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μικρότερη από το 50% της ονομαστικής ισχύος.
Μέτρια	Η θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεταξύ του 50 και 60% της ονομαστικής ισχύος.
Καλή	Η θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεταξύ του 60 και 80% της ονομαστικής ισχύος.
Πολύ καλή	Η θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεγαλύτερη ή ίση του 80% της ονομαστικής ισχύος.

Χαρακτηρισμός εξοπλισμού εγκατάστασης: Αφορά την επάρκεια του εξοπλισμού για την σωστή και αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης θέρμανσης.	
Κακή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης θέρμανσης δεν περιλαμβάνει τα περισσότερα από τα βασικά στοιχεία όπως: ρυθμιστικές βάννες στα δίκτυα διανομής, τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επιμέρους εξοπλισμού, καθόλου θερμομόνωση σε όλα τα τμήματα του δικτύου διανομής. Επίσης υπάρχουν πολλά στοιχεία του εξοπλισμού που είναι εκτός λειτουργίας. Κακή λειτουργία και συμβατότητα λειτουργίας του λέβητα-καυστήρα και λοιπού εξοπλισμού. Μηδενική συντήρηση και αντικατάσταση του εξοπλισμού εκτός λειτουργίας. Εξοπλισμός εγκατάστασης χωρίς σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές.
Μέτρια	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης θέρμανσης δεν περιλαμβάνει αρκετά βασικά στοιχεία όπως: ρυθμιστικές βάννες στα δίκτυα διανομής, τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επιμέρους εξοπλισμού, επαρκή θερμομόνωση στο 30% του δικτύου διανομής. Υπάρχουν στοιχεία του εξοπλισμού που είναι σε υπο-λειτουργία (κυκλοφορητές κ.ά.). Μέτρια λειτουργία και συμβατότητα λειτουργίας του λέβητα-καυστήρα και λοιπού εξοπλισμού. Ανεπαρκής συντήρηση της εγκατάστασης θέρμανσης. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση, αλλά χωρίς τεχνικές προδιαγραφές.
Καλή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης θέρμανσης δεν περιλαμβάνει αρκετά βασικά στοιχεία όπως: όλες τις απαραίτητες τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επιμέρους εξοπλισμού προκειμένου να διασφαλίζεται η ενεργειακά αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης. Επαρκή θερμομόνωση του δικτύου διανομής. Βοηθητικός εξοπλισμός εγκατάσταση σε επαρκή λειτουργία. Καλή λειτουργία και συμβατότητα λειτουργίας του λέβητα-καυστήρα και λοιπού εξοπλισμού. Τακτική συντήρηση της εγκατάστασης θέρμανσης. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές.
Πολύ καλή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης θέρμανσης είναι πλήρης και περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία νέας τεχνολογίας με όλες τις δυνατές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου. Εφαρμόζεται συστηματική συντήρηση της εγκατάστασης θέρμανσης και άμεση αποκατάσταση των βλαβών και φθορών που παρουσιάζονται. Υπάρχει ενεργειακός υπεύθυνος που παρακολουθεί και ρυθμίζει κατά περίπτωση την λειτουργία της εγκατάστασης. Υπάρχουν συστήματα εφεδρείας για εναλλακτική

	λειτουργία σε περίπτωση συστηματικής συντήρησης. Τηρούνται βιβλία ανάλυσης καυσαερίων των μονάδων λεβήτων-καυστήρων. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές υψηλής απόδοσης.

Χαρακτηρισμός λειτουργίας εγκατάστασης: Αφορά την επαρκή λειτουργία της εγκατάστασης θέρμανσης και του επιμέρους εξοπλισμού, για την κάλυψη των απαιτούμενων θερμικών φορτίων.	
Κακή	Η εγκατάσταση θέρμανσης καλύπτει τις ανάγκες για θέρμανσης του κτιρίου σε ποσοστό μικρότερο από το 50%. Οι χώροι του κτιρίου δεν πληρούν τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (πολύ κρύο) στο μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου λειτουργίας τους.
Μέτρια	Η εγκατάσταση θέρμανση καλύπτει τις ανάγκες για θέρμανση του κτιρίου σε ποσοστό από 50% έως 60%. Οι χώροι του κτιρίου δεν πληρούν επαρκώς τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και κυρίως για τις δυσμενείς συνθήκες της χειμερινής περιόδου.
Καλή	Η εγκατάσταση θέρμανσης καλύπτει τις ανάγκες για θέρμανση του κτιρίου σε ποσοστό από 60% έως 80%. Οι χώροι του κτιρίου πληρούν σχεδόν επαρκώς τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας για το μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου λειτουργίας της εγκατάστασης κατά την χειμερινή περίοδο.
Πολύ καλή	Η εγκατάσταση θέρμανσης καλύπτει τις ανάγκες για θέρμανση του κτιρίου σε ποσοστό πάνω από το 80%. Οι χώροι του κτιρίου πληρούν επαρκώς όλες τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας για στο σύνολο του χρόνου λειτουργίας της εγκατάστασης ακόμα και στις πιο δυσμενείς συνθήκες της χειμερινής περιόδου.

Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης: Αφορά τη συντήρηση της εγκατάστασης θέρμανσης.	
Κακή	Η εγκατάσταση θέρμανσης δεν έχει συντηρηθεί την τελευταία πενταετία. Υπάρχουν πολλές φθορές και εξοπλισμός εκτός λειτουργίας.
Μέτρια	Η εγκατάσταση θέρμανσης συντηρείται πλημμελώς και όχι σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται μερική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.
Καλή	Η εγκατάσταση θέρμανσης συντηρείται ικανοποιητικά αλλά όχι σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται συστηματική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.
Πολύ καλή	Η εγκατάσταση θέρμανσης συντηρείται ικανοποιητικά, τακτικά και σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται συστηματική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.

Χαρακτηρισμός της συνολικής ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης: Αφορά τη συνολική ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης θέρμανσης λαμβάνονται υπόψη τις επιμέρους διαγνώσεις.	
Κακή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως κακή.
Μέτρια	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως μέτρια.
Καλή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως καλή.
Πολύ καλή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως πολύ καλή.

3.1.17. Πίνακας 17 - Διαπιστώσεις / Υποδείξεις

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, τα αποτελέσματα της επιθεώρησης και την ανάλυση των στοιχείων ο Ενεργειακός Επιθεωρητής κάνει ενδεικτικές συστάσεις για τη μείωση των θερμικών απωλειών μέσω του κτιριακού κελύφους, τη μείωση των θερμικών φορτίων με την εκμετάλλευση των ηλιακών κερδών, την αναβάθμιση και επαναφορά του βαθμού απόδοσης και της θερμικής ισχύος στα ονομαστικά επίπεδα της μονάδας και ενσωμάτωσης ΑΠΕ. Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται ενδεικτικές συστάσεις / υποδείξεις τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει ο Ενεργειακός Επιθεωρητής

ως βοήθημα, προκειμένου να συνοψίσει τις διαπιστώσεις και τις υποδείξεις που προέκυψαν από την επιθεώρηση.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής επιλέγει και ιεραρχεί τις κατάλληλες – κατά περίπτωση και κατά την κρίση του - συστάσεις ή συμπληρώνει τις δικές του, που τελικά θα συνοδεύουν το Έντυπο Επιθεώρησης. Επισημαίνεται ότι η εφαρμογή όλων των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να γίνεται πριν την αντικατάσταση τμημάτων του εξοπλισμού ή/και της εγκατάστασης. Η σειρά της παρουσίασης των συστάσεων του καταλόγου είναι ενδεικτική.

Ενδεικτικές Συστάσεις για τη Μείωση των Θερμικών Απωλειών Μέσω του Κτιριακού Κελύφους

- ☐ Αεροστεγανώστε τα κουφώματα με την τοποθέτηση ειδικών ταινιών.
- ☐ Αντικαταστήστε τα κουφώματα (πλαίσια και υαλοπίνακες) με νέα διπλού υαλοπίνακα και θερμομονωμένου πλαισίου, με πιστοποίηση.
- ☐ Αντικαταστήστε τους μονούς υαλοπίνακες με διπλούς, πιστοποιημένους, υψηλής ενεργειακής απόδοσης.
- ☐ Προτιμήστε ανοιγόμενα, αντί για συρόμενα ή επάλληλα κουφώματα όπου είναι δυνατό.
- ☐ Εντοπίστε και περιορίστε τις θερμογέφυρες στο κτηριακό κέλυφος και κυρίως των κουφωμάτων.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα προσθήκης, αντικατάστασης ή βελτίωσης της θερμομόνωσης της οροφής.
- ☐ Ενισχύστε τη θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων. Σε περιπτώσεις όπου η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης δεν είναι δυνατή, επιλέξτε τη λύση εσωτερικής θερμομόνωσης.
- ☐ Τοποθετήστε θερμομόνωση σε κατακόρυφες επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος.
- ☐ Τοποθετήστε θερμομόνωση σε εσωτερικές κατακόρυφες επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους (η θερμομόνωση τοποθετείται στην παρειά της τοιχοποιίας προς το μη θερμαινόμενο χώρο).
- ☐ Τοποθετήστε θερμομόνωση σε εσωτερικές οριζόντιες επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους.
- ☐ Εξετάστε την αντικατάσταση των παλαιών θυρών προς τους εξωτερικούς χώρους, με νέες χαμηλότερης θερμοπερατότητας.
- ☐ Βελτιώστε τη θερμική προστασία των ανοιγμάτων με παντζούρια. Εξετάστε τη δυνατότητα τοποθέτησης θερμομονωτικών ρολών.
- ☐ Επισκευάστε τις τυχόν υφιστάμενες ρωγμές για τη βελτίωση της αεροστεγανότητας του κελύφους.

Ενδεικτικές Συστάσεις για τη Βέλτιστη Αξιοποίηση των Ηλιακών Κερδών για Παθητική Θέρμανση Χώρων

- ☐ Αφήστε κατά το δυνατόν ασκίαστα τα νότια ανοίγματα το χειμώνα, φροντίζοντας παράλληλα να αποφεύγονται προβλήματα υπερθέρμανσης κατά τις θερμές ημέρες.
- ☐ Εξετάστε τη σωστή χρήση ή/και ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων στις νότιες όψεις του κτιρίου (νότια ανοίγματα, θερμοκήπια, θερμοσιφωνικά πανέλα, τοίχοι μάζας, τοίχοι Trombe, τοίχοι νερού κοκ) – με έμφαση στις κλιματικές ζώνες Γ και Δ, λαμβάνοντας υπόψη τη διεποχιακή τους χρήση.

Ενδεικτικές Συστάσεις για τον Λέβητα - Καυστήρα

- ☐ Εφαρμόστε πρόγραμμα τακτικής συντήρησης του συστήματος ακόμη και αν η αποδοτικότητά του είναι εντός αποδεκτών ορίων.
- ☐ Αξιολογείστε τη δυνατότητα μείωσης των θερμικών φορτίων με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας πριν προχωρήσετε στην επαναδιαστασιολόγηση και αντικατάσταση του λέβητα.
- ☐ Επαναδιαστασιολογείστε το σύστημα λέβητα / καυστήρα, εφόσον η ισχύς του δεν αντιστοιχεί στα απαιτούμενα θερμικά φορτία (υποδιαστασιολόγηση / υπερδιαστασιολόγηση).
- ☐ Αντικαταστήστε τον λέβητα με άλλον υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης λέβητα συμπύκνωσης.
- ☐ Εξετάστε την αντικατάσταση καυσίμου (από πετρέλαιο σε ΦΑ).
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης πολυβάθμιου καυστήρα.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης ξεχωριστού συστήματος λέβητα-καυστήρα για την παραγωγή

ζεστού νερού χρήσης.

- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα κατανομής του φορτίου σε περισσότερους του ενός λέβητες.

Ενδεικτικές Συστάσεις για την Εγκατάσταση Θέρμανσης

- ☐ Προμηθευτείτε πιστοποιημένο εξοπλισμό (με ενεργειακή σήμανση) υψηλής ενεργειακής απόδοσης.
- ☐ Επανατοποθετήστε τον θερμοστάτη σε κατάλληλο σημείο μέσα στον χώρο, σε θέση που δεν εκτίθεται σε ρεύμα αέρα και στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία, σε απόσταση από θερμαντικά σώματα ή άλλες πηγές θερμότητας.
- ☐ Κατά την τακτική συντήρηση, θα πρέπει να ελέγχονται όλες οι τοπικές και κεντρικές διατάξεις αυτομάτου ελέγχου, θερμοστάτες, σύστημα αντιστάθμισης, ρυθμιστικές βάνες κ.ά.
- ☐ Εξετάστε εάν οι ρυθμίσεις της εγκατάστασης είναι σύμφωνες με τις απαιτήσεις, με τη βοήθεια του εγκαταστάτη / συντηρητή σας.
- ☐ Εξετάστε εάν στην ενδοδαπέδια θέρμανση έχει εγκατασταθεί και ρυθμιστεί κατάλληλα τρίοδη ή τετράοδη βάνα.
- ☐ Ελέγξτε τις ρυθμίσεις της εγκατάστασής σας, εφ΄ όσον η θερμική εκπομπή των θερμαντικών σωμάτων σε κάποιους χώρους είναι πάρα πολύ υψηλή.
- ☐ Ενημερώστε τον εγκαταστάτη/ συντηρητή σας, εφ' όσον όλοι οι θερμαινόμενοι χώροι δεν θερμαίνονται ταυτόχρονα ή ικανοποιητικά.
- ☐ Φροντίστε ώστε η εγκατάστασή σας να εξαερώνεται και να είναι πλήρης ύδατος.
- ☐ Απομακρύνετε από τα θερμαντικά σώματα τυχόν εμπόδια ή έπιπλα που τα καλύπτουν.
- ☐ Ρυθμίστε την θερμοκρασία σε χαμηλότερα επίπεδα το χειμώνα, στους κοινόχρηστους χώρους. Όταν μία θερμική ζώνη δεν χρησιμοποιείται ρυθμίστε κατάλληλα την λειτουργία της θέρμανσης.
- ☐ Αντικαταστήστε τους κυκλοφορητές / αντλίες, εφ΄ όσον είναι σε κακή κατάσταση (πχ διαβρώσεις, θόρυβος, προβληματική κυκλοφορία νερού), εξετάζοντας τη δυνατότητα επιλογής μονάδων μεταβλητής ροής (inverter).
- ☐ Ελέγξτε και επιδιορθώστε τις διαρροές νερού στο δίκτυο διανομής θέρμανσης.
- ☐ Φροντίστε για την απομάκρυνση των στοιχείων της εγκατάστασης θέρμανσης που περιέχουν αμίαντο. Η απομάκρυνση να γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό.
- ☐ Θερμομονώστε τους εκτεθειμένους σωλήνες του δικτύου διανομής ζεστού νερού ιδιαίτερα στα σημεία που εκτίθενται σε χαμηλές θερμοκρασίες (διέλευση από εξωτερικούς χώρους).
- ☐ Θερμομονώστε τις δεξαμενές αποθήκευσης ζεστού νερού ή θερμικής αδράνειας.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης μονάδας συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Προτείνεται για περιπτώσεις θερμικών φορτίων κατά 25% μεγαλύτερα από τα ηλεκτρικά φορτία.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης εξωτερικού θερμοστάτη – συστήματος αντιστάθμισης.

Ενδεικτικές Συστάσεις για την Ενσωμάτωση ΑΠΕ

- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης θερμικών ηλιακών συστημάτων για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης θερμικών ηλιακών συστημάτων για τη θέρμανση του νερού πισίνας.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης θερμικών ηλιακών συστημάτων για την υποστήριξη του συστήματος θέρμανσης (συστήματα combi) ή/και για ηλιακή ψύξη.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα χρήσης γεωθερμικών αντλιών θερμότητας για τη θέρμανση και ψύξη των χώρων.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης συστήματος θέρμανσης με βιομάζα (λέβητας ή ενεργειακά τζάκια).

3.2. ΟΔΗΓΙΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΕΝΤΥΠΟΥ

Για την ηλεκτρονική καταχώρηση του Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Θέρμανσης απαιτείται ο Α.Π. ενεργειακής επιθεώρησης από την ΕΥΕΠΕΝ, ο οποίος εκδίδεται κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου (Πίνακας 1) σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεωρήσεων.

3.2.1. Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου

Για την έκδοση του Α.Π. ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υποβάλλει τα δεδομένα του Πίνακα 1 (βλ. παρ. 3.1.1) στην διαδικτυακή εφαρμογή www.buildingcert.gr, χρησιμοποιώντας τον κωδικό πρόσβασης (username / password) που του έχει δοθεί από την ΕΥΕΠΕΝ. Την πρώτη φορά που θα καταχωρηθούν τα στοιχεία στην Β.Δ., επιλογή "Καταχώριση στη Β.Δ. & Απόδοση Αρ. Πρωτοκόλλου", αποδίδεται ο Α.Π. ο οποίος και εμφανίζεται στο επάνω μέρος της σχετικής φόρμας.

Εναλλακτικά, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής μπορεί να αντιγράψει τα δεδομένα του Πίνακα 1, από άλλη Ενεργειακή Επιθεώρηση (Κτιρίου, Λέβητα, Εγκατάστασης Θέρμανσης ή Εγκατάστασης Κλιματισμού) που γνωρίζει ότι έχει καταχωρηθεί στο σύστημα. Για να γίνει αυτό πρέπει να την αναζητήσει (επιλογή "Αναζήτηση Επιθεώρησης") και να χρησιμοποιήσει την επιλογή "Νέα Επιθεώρηση Εγκατάστασης Θέρμανσης Βασισμένη σε αυτή την Επιθεώρηση". Μόλις γίνει αυτό, δημιουργείται η νέα επιθεώρηση και αποδίδεται σε αυτή Α.Π.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής μπορεί, αν θέλει, να διορθώσει τα δεδομένα του Πίνακα 1 και μετά την απόδοση του Α.Π., αλλά οπωσδήποτε πριν την οριστική υποβολή της Επιθεώρησης.

Τέλος, ο επιθεωρητής, αποθηκεύει τα δεδομένα του Πίνακα 1, στον δίσκο του υπολογιστή του, σε μορφή XML. Για το σκοπό αυτό κάνει δεξί κλικ επάνω στο link "Δημιουργία Αρχείου XML", και επιλέγει "Save Target As..."[2], ώστε να αποθήκευση στον δίσκο του υπολογιστή του τα δεδομένα του Πίνακα 1, σε μορφή XML. Το αρχείο αυτό (που περιλαμβάνει και τον Α.Π.) μπορεί να φορτωθεί στην εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων της Ενεργειακής Επιθεώρησης (client).

Με την ολοκλήρωση της επιθεώρησης και της επεξεργασίας των διαθέσιμων στοιχείων για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης θέρμανσης, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής τα υποβάλει ηλεκτρονικά στην ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεώρησης Κτιρίων.

3.2.2. Εισαγωγή Ενεργειακής Επιθεώρησης στη Β.Δ.

Στο πρώτο βήμα επικοινωνίας με την ηλεκτρονική Β.Δ. εισάγονται τα Γενικά Στοιχεία (χρησιμοποιώντας την επιλογή "Εισαγωγή στοιχείων"). Στη συνέχεια, εισάγονται όλα τα απαιτούμενα στοιχεία για κάθε πίνακα του εντύπου που εμφανίζεται στο δέντρο στην αριστερή πλευρά της οθόνης.

Για την εισαγωγή των απαιτούμενων πληροφοριών και στοιχείων κατά την συμπλήρωση του ηλεκτρονικού εντύπου επιλέγονται, όπου είναι διαθέσιμα, τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου ώστε να καταχωρούνται οι συγκεκριμένες επιλογές.

Για την επιλογή των ενδεικτικών συστάσεων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας της εγκατάστασης θέρμανσης, επιλέγετε μια από τις προτεινόμενες ενδεικτικές συστάσεις του καταλόγου, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Προσθήκη». Η συγκεκριμένη σύσταση αυτόματα αφαιρείται από τον αρχικό κατάλογο συστάσεων και προστίθεται στον χώρο των τελικών επιλογών. Για την ακύρωση κάποιας σύστασης, επιλέξτε «Διαγραφή» και αυτόματα ενημερώνεται πάλι ο αρχικός κατάλογος των συστάσεων. Στο χώρο «Άλλες Συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή» εισάγονται οι πιθανές πρόσθετες συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή.



Οι **τελικές συστάσεις** του Ενεργειακού Επιθεωρητή πρέπει είναι **ιεραρχημένες**.

---

2 Ανάλογα με τον browser η επιλογή αυτή μπορεί να αναφέρεται και ως "Save Link As..." / " Αποθήκευση Αρχείου ως...." / "Αποθήκευση Δεσμού ως..."

Η Ενεργειακή Επιθεώρηση εισάγεται στο σύστημα με τη μορφή αρχείου XML το οποίο δημιουργείται από την εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων (client). Αυτό γίνεται με χρήση της επιλογής “Εισαγωγή Αρχείου Εν. Επιθεώρησης (XML).

Το παραπάνω βήμα μπορεί να επαναληφθεί όσες φορές θέλει ο Ενεργειακός Επιθεωρητής, μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης. Κάθε φορά το προηγούμενο αρχείο XML αντικαθίσταται εξ' ολοκλήρου από το νέο.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας ο επιθεωρητής μπορεί να ελέγξει την ορθότητα της διαδικασίας, χρησιμοποιώντας την επιλογή “Προβολή Εντύπου Εν. Επιθεώρησης” για να βλέπει την προσωρινή κατάσταση αυτού του εντύπου. Μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης, το έντυπο αυτό φέρει την ένδειξη “ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΚΥΡΟ ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ” , στη θέση του Αρ. Ασφαλείας (βλ. επόμενη παράγραφο).

3.2.3. Οριστική Υποβολή Ενεργειακής Επιθεώρησης

Όταν ο επιθεωρητής είναι σίγουρος ότι η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί σωστά, οριστικοποιεί την επιθεώρηση μέσω της επιλογής “Οριστική Υποβολή Επιθεώρησης”. Τότε, αποδίδεται *αριθμός ασφαλείας (Α.Α.)* στην επιθεώρηση, ο οποίος εκτυπώνεται στο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης. Χωρίς τον Αρ. Ασφαλείας, το Έντυπο αυτό δεν είναι έγκυρο.

Στο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστημάτων Θέρμανσης που εκδίδεται ηλεκτρονικά από το σύστημα αναγράφονται όλα τα στοιχεία του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστημάτων Θέρμανσης και το παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου.

4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Η ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων κλιματισμού διενεργείται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από το άρθρο 17 του ν. 4122/2013, Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παράγραφο 2 του άρθρου 15 του ν. 4122/2013. Συγκεκριμένα η επιθεώρηση στα συστήματα κλιματισμού των κτιρίων διενεργείται κάθε 5 έτη για συνολική εγκατεστημένη ισχύ πάνω από 12 kW.



Η ενεργειακή επιθεώρηση των συστημάτων κλιματισμού σκόπιμο είναι να προηγείται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου ή τμήματος αυτού, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων.

Η διαδικασία επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης των συστημάτων κλιματισμού στον Ενεργειακό Επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ανάθεση συμφωνούνται αμοιβαία οι υποχρεώσεις του Επιθεωρητή (όπως συμπλήρωση εντύπου κ.ά.) και του ιδιοκτήτη/διαχειριστή (όπως παροχή γενικών πληροφοριών για τη χρήση και κατασκευή του κτιρίου, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, παράδοση των αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων του κτιρίου ως κατασκευασθέν κ.ά.), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Δεν αποτελεί υποχρέωση του Ενεργειακού Επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση του προς επιθεώρηση κτιρίου, καθώς και η συλλογή των παραπάνω στοιχείων σε περίπτωση που αυτά δεν υφίστανται ή είναι ελλιπή. Στον Ενεργειακό Επιθεωρητή παρέχεται η δυνατότητα επίσκεψης των εσωτερικών κοινόχρηστων και ιδιόκτητων προς επιθεώρηση χώρων .
2. Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου σε ειδική μερίδα του προβλεπόμενου από την παράγραφο 3 του άρθρου 9 του ν. 3661/08, Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτιρίων. Ο ίδιος αριθμός Α.Π. θα χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική καταχώρηση του Εντύπου Επιθεώρησης Λέβητα ή Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού, στο προαναφερόμενο Αρχείο.
3. Επιτόπιος έλεγχος του Ενεργειακού Επιθεωρητή στις εγκαταστάσεις του κτιρίου και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνεται το τυποποιημένο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστημάτων Κλιματισμού (Παράρτημα Γ).
4. Επεξεργασία των στοιχείων και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων κλιματισμού. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές για όμοια συστήματα εγκαταστάσεων κλιματισμού, όπως καθορίζονται σε εθνικά πρότυπα και τα οποία βασίζονται σε τυπολογίες εγκαταστάσεων κλιματισμού.
5. Το σύστημα αερισμού, εφόσον υπάρχει, επιθεωρείται με το σύστημα κλιματισμού. Για το λόγο αυτό, στη διαδικασία επιθεώρησης της εγκατάστασης κλιματισμού περιλαμβάνεται και η επιθεώρηση του συστήματος αερισμού και των κλιματιστικών μονάδων που υπάρχουν στο κτίριο ή τμήμα αυτού.
6. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης καταχωρούνται στο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστημάτων Κλιματισμού (Παράρτημα Γ). Στο ίδιο έντυπο, καταχωρούνται επίσης διαπιστώσεις και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την αναβάθμιση της εγκατάστασης κλιματισμού. Οι συστάσεις βασίζονται στα αποτελέσματα της επιθεώρησης λαμβάνοντας υπόψη και τη διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών. Σχετικές οδηγίες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

7. Έκδοση του Έκθεσης Επιθεώρησης Συστημάτων Κλιματισμού, ηλεκτρονική καταχώρησή του σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεώρησης Κτιρίων και παράδοσή του, σφραγισμένο και υπογεγραμμένο, στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου, με μέριμνα του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

Οι αναλυτικές οδηγίες που παρουσιάζονται στη συνέχεια καθοδηγούν τον Ενεργειακό Επιθεωρητή στη σωστή συμπλήρωση του Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστημάτων Κλιματισμού (Παράρτημα Γ) και στη συνέχεια την ηλεκτρονική του καταχώρηση.

Το ηλεκτρονικό έντυπο μπορεί να διαφέρει σε ορισμένα σημεία από την έντυπη μορφή του. Σε αυτές τις περιπτώσεις, γίνονται οι αντίστοιχες επισημάνσεις οι οποίες αναγνωρίζονται με το σύμβολο 

4.1. ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΕΝΤΥΠΟΥ

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων κλιματισμού συγκεντρώνει τα στοιχεία που αναλυτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια, ώστε να συμπληρώσει όλους τους πίνακες που περιλαμβάνει το Έντυπο Επιθεώρησης Συστημάτων Κλιματισμού (Παράρτημα Γ) και να ολοκληρώσει με επιτυχία την ηλεκτρονική του καταχώρηση.

4.1.1. Πίνακας 1 - Γενικά Στοιχεία Κτιρίου



Τα γενικά στοιχεία υποβάλλονται στο πρώτο στάδιο της ηλεκτρονικής καταχώρησης του Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστημάτων Κλιματισμού, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4.2.



Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, εμφανίζονται τα γενικά στοιχεία του κτιρίου που έχουν υποβληθεί στο πρώτο στάδιο και δεν μπορούν να αλλαχθούν.

Συμπληρώνεται όπως ο Πίνακας 1α στην ενότητα 2.1.1.

4.1.2. Πίνακας 2 - Γενικά Χαρακτηριστικά Κτιρίου & Εγκατάστασης

Τα γενικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και της εγκατάστασης περιλαμβάνουν τις πληροφορίες που ήδη παρουσιάστηκαν στην ενότητα 3.1.2.

Οι **Πίνακες 3 - 5 και 7 - 11 συμπληρώνονται για κάθε σύστημα κλιματισμού**, ενώ ο **Πίνακας 6 συμπληρώνεται για κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης/θέρμανσης** που λειτουργεί στο κτίριο.

4.1.3. Πίνακας 3 – Υφιστάμενη Κατάσταση Εγκατάστασης

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά για την υφιστάμενη κατάσταση της εγκατάστασης κλιματισμού για κάθε σύστημα, για παράδειγμα, ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη, που υπάρχει στο κτίριο. Τα στοιχεία σχεδιασμού λαμβάνονται από τη μελέτη κλιματισμού και τα μηχανολογικά σχέδια, εάν υπάρχουν.

- α/α Συστήματος. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος κλιματισμού που εξυπηρετεί το κτίριο.
- Μελέτη κλιματισμού. Καταγράφεται η διαθεσιμότητα της μελέτης κλιματισμού, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Μηχανολογικά σχέδια. Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των μηχανολογικών σχεδίων της εγκατάστασης κλιματισμού, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Χρήσεις συστήματος κλιματισμού. Καταγράφονται όλες οι χρήσεις του συστήματος κλιματισμού.
- Σύντομη περιγραφή. Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του συστήματος κλιματισμού.
- Θερμικές ζώνες. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός θερμικών ζωνών που καλύπτει το σύστημα κλιματισμού και για κάθε ζώνη προσδιορίζεται η τελική χρήση της, όπως ήδη παρουσιάστηκαν στην ενότητα 2.1.5.

 Κατά την ηλεκτρονική καταχώρηση, επιλέγεται μια από τις χρήσεις που εμφανίζονται στον κατάλογο για τη χρήση των θερμικών ζωνών αν πρόκειται για ενιαία χρήση. Σε περίπτωση μικτής χρήσης στη θερμική ζώνη, επιλέγονται περισσότερες από μια χρήσεις.

- Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού. Καταγράφεται η εσωτερική θερμοκρασία (^oC) και σχετική υγρασία (%) σχεδιασμού της εγκατάστασης κλιματισμού για χειμώνα και καλοκαίρι, και ο νωπός αέρας, εάν υπάρχει από την μελέτη κλιματισμού, που αντιστοιχεί σε κάθε θερμική ζώνη που ορίστηκε.
- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος συστήματος, προσδιορίζοντας εάν είναι μονοζωνικό ή πολυζωνικό, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Έτος εγκατάστασης & λειτουργίας. Καταγράφεται το έτος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού.
- Μονάδα παραγωγής ψύξης/θερμότητας. Καταγράφονται όλες οι μονάδες παραγωγής ψύξης/θερμότητας που χρησιμοποιούνται στο συγκεκριμένο σύστημα κλιματισμού. Οι μονάδες μπορεί να είναι: Ψύκτες, Κεντρικές Α.Θ., Τοπικές Α.Θ., Πολυδιαιρούμενες Multi Α.Θ. ή Άλλο (προσδιορίζεται) και συγκεκριμένα για την θέρμανση: Λέβητας, ΣΗΘ ή Τηλεθέρμανση. Λεπτομερής παρουσίαση στοιχείων των συγκεκριμένων μονάδων γίνεται στην ενότητα 5.1.

Ηλιοπροστασία κλιματιζόμενων χώρων

Η ηλιοπροστασία του εξωτερικού κελύφους και ιδιαίτερα ο σκιασμός των διαφανών επιφανειών του κτιρίου, αποτελεί την βασικότερη προϋπόθεση για την μείωση των ψυκτικών φορτίων από τα άμεσα ηλιακά κέρδη. Οι διαθέσιμοι τύποι σκιάστρων προσφέρουν μια μεγάλη ποικιλία εναλλακτικών λύσεων, που μπορούν να ενσωματωθούν στην οποιαδήποτε αρχιτεκτονική κτιρίου, διατηρώντας την αισθητική και την ιδιαιτερότητα του κάθε κτιρίου. Ο κατάλληλος σκιασμός βελτιώνει τις εσωτερικές συνθήκες άνεσης και μειώνει τα εξωτερικά ψυκτικά φορτία, βελτιώνοντας την απόδοση των εγκαταστάσεων κλιματισμού. Η επιλογή του συγκεκριμένου τύπου σκιάστρων εξαρτάται από διαφορετικά κριτήρια, ανάλογα με την αρχιτεκτονική του κτιρίου, και πρακτικές παραμέτρους, όπως για παράδειγμα, σε συνάρτηση με την κατασκευή, πιθανά λειτουργικά προβλήματα, την απαιτούμενη συντήρηση και καθαρισμό, αντοχή και αισθητική των ίδιων των σκιάστρων, με την πάροδο του χρόνου.

Καταγράφεται ο τύπος των εξωτερικών σκιάστρων και μια σύντομη περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης (πχ σε σχέση με την αποτελεσματικότητά τους), προσδιορίζοντας όλες τις όψεις του κτιρίου που είναι εγκατεστημένα (ανατολική, νότια, δυτική), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

 Δεν λαμβάνονται υπόψη τα εσωτερικά σκίαστρα.

Εσωτερικά κέρδη & Φορτία Αερισμού κλιματιζόμενων χώρων

Τα εσωτερικά φορτία προέρχονται από τους ανθρώπους (χρήστες του κτιρίου), τον φωτισμό, και τις συσκευές ή τα μηχανήματα, τα οποία αυξάνουν τη θερμοκρασία του αέρα με τη θερμότητα που αποβάλλουν (αισθητό ψυκτικό φορτίο). Σε ορισμένες περιπτώσεις (πχ μέρος της αποδιδόμενης θερμότητας από τους ανθρώπους) αυξάνεται και η υγρασία (λανθάνον ψυκτικό φορτίο). Το καλοκαίρι, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη αυξάνουν το ψυκτικό φορτίο, ενώ τον χειμώνα μειώνουν το θερμικό φορτίο. Τα εσωτερικά κέρδη μπορεί να είναι σημαντικά ανάλογα με τον αριθμό των χρηστών και την δραστηριότητά τους, την εγκατεστημένη ισχύ του τεχνητού φωτισμού και των ηλεκτρικών συσκευών σε συνδυασμό με τον χρόνο λειτουργίας τους. Συγκεκριμένα καταγράφονται τα εξής:

- Αριθμός χρηστών και τα εκτιμώμενα συνολικά εσωτερικά θερμικά φορτία (kW) από τους χρήστες, ανάλογα με την δραστηριότητά τους.
- Συνολική εγκατεστημένη ισχύ των συστημάτων τεχνητού φωτισμού (kW) και τον μέσο ημερήσιο χρόνο λειτουργίας τους.
- Συνολική εγκατεστημένη ισχύ των συσκευών (kW) και τον μέσο ημερήσιο χρόνο λειτουργίας τους.

Τα φορτία αερισμού προέρχονται από τον εξωτερικό (νωπό) αέρα που απαιτείται για τον αερισμό των εσωτερικών χώρων και την είσοδο του ζεστού εξωτερικού αέρα μέσα από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων (πχ παράθυρα, πόρτες). Ο ζεστός αέρας αυξάνει το αισθητό ψυκτικό φορτίο, ενώ αν έχει υψηλή υγρασία αυξάνεται και το λανθάνον ψυκτικό φορτίο. Αντίστοιχα, ο κρύος εξωτερικός αέρας αυξάνει τα θερμικά φορτία.

Οι ανεμιστήρες οροφής βελτιώνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης σε μη κλιματιζόμενους χώρους, προκαλώντας την κυκλοφορία του εσωτερικού αέρα με ταχύτητα 0,5 – 0,8 m/s. Σε κλιματιζόμενα κτίρια, επιτρέπουν την ρύθμιση του θερμοστάτη μια κλιματιστικής μονάδας σε υψηλότερη θερμοκρασία, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό. Συγκεκριμένα καταγράφεται το ποσοστό κάλυψης των εσωτερικών χώρων που διαθέτουν ανεμιστήρες οροφής σε σχέση με την συνολική κλιματιζόμενη επιφάνεια, λαμβάνοντας υπόψη ότι ένας ανεμιστήρας οροφής καλύπτει αποτελεσματικά περίπου 10 m^2, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

4.1.4. Πίνακας 4 – Κατανάλωση Ενέργειας

Η κατανάλωση ενέργειας καταγράφεται συνολικά ή ανά τελική χρήση (επιλέγοντας όλες τις επιμέρους χρήσεις για: ψύξη, θέρμανση, αερισμό, βοηθητικά συστήματα ή συνολικά για τον κλιματισμό), αν είναι διαθέσιμη, και ανά πηγή ενέργειας. Οι καταναλώσεις πρέπει να είναι μέσες ετήσιες τιμές (πχ kWh/έτος, lt/έτος ή Nm^3/έτος) και να τεκμηριώνονται από τα τιμολόγια/παραστατικά αγοράς/χρέωσης των επιμέρους καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας. Προτείνεται ο υπολογισμός της ετήσιας κατανάλωσης να προκύπτει από δεδομένα τουλάχιστον τριετίας (εάν υπάρχουν). Σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφεται η αντίστοιχη περίοδος από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/05 μέχρι 15/6/08).



Σε περίπτωση μη διαθέσιμων στοιχείων κατανάλωσης καυσίμων ανά μονάδα ή ανά τελική χρήση, τότε η καταγραφή γίνεται για το σύνολο των συστημάτων λέβητα / καυστήρων και δεν συμπληρώνεται ξανά.

4.1.5. Πίνακας 5 – Κατανομή Δαπανών

Σε κτίρια που περιλαμβάνουν περισσότερες της μιας ιδιοκτησίες, η λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού ελέγχεται με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, η κατανομή ανά ιδιοκτησία των δαπανών κεντρικής θέρμανσης κτιρίων που περιλαμβάνουν περισσότερες της μιας ιδιοκτησίες καθορίζεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2427/1983 (Κατανομή Δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης Κτιρίων) και έγινε υποχρεωτική με το Π.Δ. 27 (ΦΕΚ631/Δ/07.22.85).

Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος κατανομής δαπανών καταγράφεται και δίνεται μια σύντομη περιγραφή της διάταξης που μπορεί να περιλαμβάνει σύστημα:

1. Ωρομέτρησης. Στα περισσότερα υφιστάμενα κτίρια, κάθε ιδιοκτησία που διαθέτει βάνα αυτονομίας η λειτουργία της ελέγχεται με εντολές που δέχεται από τον θερμοστάτη του χώρου. Η βάνα αυτονομίας είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένη με τον αντίστοιχο ωρομετρητή, που καταγράφει τις ώρες λειτουργίας της βάνας.
2. Θερμιδομέτρησης. Τα συστήματα αυτονομίας μπορούν να χρησιμοποιήσουν θερμιδόμετρα, δηλαδή μετρητές θερμότητας, που αποδίδουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την πραγματική χρήση του συστήματος θέρμανσης. Η ποσότητα θερμότητας που καταναλώνεται υπολογίζεται από το γινόμενο της παροχής του ζεστού νερού που περνάει από την ηλεκτροβάνα στον συλλέκτη παροχής ζεστού νερού για κάθε ιδιοκτησία, επί την διαφορά θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής του νερού. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν συσκευές κατανομής δαπανών θέρμανσης σε κάθε θερμαντικό σώμα οργάνων κατανομής της δαπάνης κεντρικής θέρμανσης (κατανεμητές δαπανών). Οι συσκευές αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως όργανα θερμιδομέτρησης που τοποθετούνται σε κάθε ανεξάρτητο σώμα και συνήθως συνδυάζονται με τοποθέτηση θερμοστατικής βαλβίδας στο σώμα.
3. Μέτρησης καυσίμου. Μετράει την παροχή καυσίμου ανά σύστημα. Τέτοια μετρητική διάταξη μπορεί να εμφανιστεί σε περίπτωση πολλών συστημάτων διαφορετικής ιδιοκτησίας αλλά με κοινή δεξαμενή καυσίμου.
4. BEMS. Κεντρικά συστήματα ενεργειακού ελέγχου που ελέγχουν πλήρως την λειτουργία της εγκατάστασης ψύξης, θέρμανσης, κλιματισμού και επιπλέον πολλών άλλων παραμέτρων και συστημάτων (πχ έλεγχος λειτουργίας του αερισμού, φωτισμού κ.α.). Η ρύθμιση και ο έλεγχος της λειτουργίας μπορεί να γίνει εύκολα από ένα κεντρικό σημείο ελέγχου, σε διαφορετικές ζώνες ανάλογα με τις απαιτήσεις.

4.1.6. Πίνακας 6 – Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μονάδας Παραγωγής Ψύξης

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κάθε μονάδας παραγωγής ψύξης της εγκατάστασης. Τα στοιχεία λαμβάνονται από τη σήμανση των κατασκευαστών, εάν υπάρχει, τις σχετικές μελέτες ή άλλα διαθέσιμα στοιχεία και τεχνικά χαρακτηριστικά.

Οι ψύκτες συνδυάζονται με τοπικά στοιχεία fan coil ή με ΚΚΜ, και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή κρύου νερού. Οι αρχές λειτουργίας τους είναι παρόμοιες με της αντλίας θερμότητας, που περιγράφησαν στις προηγούμενες ενότητες, αλλά λειτουργούν μόνο για ψύξη. Ανάλογα με τον τρόπο απόρριψης της θερμότητας στο περιβάλλον, από τον συμπυκνωτή του μηχανήματος, υπάρχουν δύο τύποι ψυκτών: Αερόψυκτοι και Υδρόψυκτοι.

Επίσης υπάρχουν μηχανήματα, που ο συμπυκνωτής δεν βρίσκεται πάνω στο κυρίως μηχάνημα, αλλά σε κάποιο απομακρυσμένο σημείο, όπου ψύχεται με αέρα ή με νερό. Στους ψύκτες χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι συμπιεστών. Ο εξατμιστής είναι εναλλάκτης τύπου κελύφους και σωλήνων. Στους κλειστού τύπου συμπιεστές, ο κινητήρας και ο συμπιεστής βρίσκονται εγκιβωτισμένοι μέσα σε έναν ερμητικά κλειστό κέλυφος και σε περίπτωση βλάβης, επειδή η επισκευή αυτού τους είναι

δαπανηρή και οικονομικά σύμφορη, αντικαθίστανται. Στους ημιερμητικού τύπου συμπιεστές, ο συμπιεστής και ο κινητήρας του βρίσκονται επίσης μέσα στο ίδιο κέλυφος, αλλά σε ορισμένες θέσεις αυτού υπάρχουν κατάλληλες θυρίδες πρόσβασης στο εσωτερικό του συστήματος κινητήρα – συμπιεστή, για την επισκευή τους. Ο ανεμιστήρας στους αερόψυκτους ψύκτες είναι συνήθως οριζόντιου αξονικού τύπου και τοποθετείται πάνω από τους εναλλάκτες της μονάδας. Στους υδρόψυκτους ψύκτες, ο ανεμιστήρας τοποθετείται στους πύργους ψύξης, που εξυπηρετούν την μονάδα, και είναι συνήθως φυγοκεντρικού τύπου.

Ο αερόψυκτος ψύκτης είναι συνήθως ενιαίου τύπου (packaged) και παραδίδεται πλήρως συναρμολογημένος, με προφορτισμένα κυκλώματα ψυκτικού ρευστού και λαδιού στον συμπιεστή, με τις απαιτούμενες ηλεκτρικές καλωδιώσεις κ.τ.λ. Οι αερόψυκτοι ψύκτες τοποθετούνται συνήθως σε εξωτερικούς χώρους, όπως για παράδειγμα στο δώμα ή τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, αλλά υπάρχουν και μικρού μεγέθους μονάδες για εσωτερική εγκατάσταση. Στον χώρο εγκατάστασης απαιτείται η υδραυλική σύνδεση του μηχανήματος με τους σωλήνες εισόδου και εξόδου του νερού, και η ηλεκτρική σύνδεση του πίνακα του ψύκτη. Η διάταξη των ψυκτών πρέπει να επιτρέπει την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα, και να υπάρχει από όλες τις πλευρές εύκολη πρόσβαση για εργασίες συντήρησης. Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ της μεγάλης πλευράς των ψυκτών είναι 2 m. Από τα άκρα που βρίσκεται ο πίνακας ελέγχου, η ελεύθερη απόσταση πρέπει να είναι 1,5 m, και από την άλλη πλευρά τουλάχιστον 0,6 m.

Οι υδρόψυκτοι ψύκτες χρησιμοποιούν νερό για την ψύξη του συμπυκνωτή. Το μέγεθος του ψύκτη και ο αριθμός των απαιτούμενων μηχανημάτων, καθορίζεται από τα φορτία και τις ανάγκες της εγκατάστασης. Οι υδρόψυκτοι ψύκτες τοποθετούνται σε εσωτερικούς χώρους, όπως για παράδειγμα το μηχανοστάσιο, και συνδέονται μέσω αντλιών με τους πύργους ψύξης που τοποθετούνται στο δώμα ή τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου. Για την απόρριψη της θερμότητας στο περιβάλλον, το νερό κυκλοφορεί σε ένα πύργο ψύξης. Η μείωση της θερμοκρασίας του νερού στους πύργους ψύξης, μειώνεται με την διαδικασία της άμεσης εξατμιστικής ψύξης.

Ο παραλληλισμός της λειτουργίας των ψυκτών, σε ορισμένες εφαρμογές, επιτρέπει την ορθολογική λειτουργία μιας μεγάλης εγκατάστασης και την εξοικονόμηση ενέργειας. Η παράλληλη σύνδεση ψυκτών είναι η βέλτιστη λύση σε περιπτώσεις όπως: πολύ μεγάλο ψυκτικό φορτίο που δεν μπορεί να καλυφθεί από ένα μόνο μηχάνημα, μεγάλες διακυμάνσεις των φορτίων, περιορισμένος διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση ενός μεγάλου μηχανήματος. Η εγκατάσταση χρησιμοποιεί έναν ψύκτη σαν κεντρικό μηχάνημα (master) και τα υπόλοιπα λειτουργούν σαν δευτερεύοντα (slaves), υποστηρικτικά του κεντρικού μηχανήματος.

Η ηλιακή ενέργεια ή άλλη πηγή θερμότητας, όπως από μια μονάδα ΣΗΘ, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σαν πηγή θερμότητας. Η μονάδα λειτουργεί με τον κύκλο απορρόφησης/absorption ή προσρόφησης/adsorption.

Η αντλία θερμότητας περιλαμβάνει δυο εναλλάκτες θερμότητας, μέσω των οποίων γίνεται η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του αέρα και της ψυχρής ή θερμής επιφάνειας των εναλλακτών, με αποτέλεσμα είτε να απορροφά από τον αέρα θερμότητα (πηγή), είτε να αποδίδει θερμότητα (καταβόθρα) στον αέρα. Το καλοκαίρι λειτουργεί για ψύξη και τον χειμώνα για θέρμανση. Μέσα στον εναλλάκτη κυκλοφορεί ένα ρευστό χαμηλής ή υψηλής θερμοκρασίας, αντίστοιχα. Το ψυκτικό ρευστό ή ψυκτικό μέσο ή απλά ψυκτικό είναι το μέσο που απαιτείται για την ανταλλαγή θερμότητας. Η λειτουργία τους βασίζεται στις αλλαγές φάσης του ψυκτικού ρευστού κατά την διαδικασία της συμπίεσης.

Ανάλογα με την πηγή από την οποία αντλούν θερμότητα (αέρας, νερό, έδαφος) και το μέσο στο οποίο την αποδίδουν (αέρας, νερό) ως καταβόθρα θερμότητας, οι αντλίες θερμότητας διαχωρίζονται σε: Αέρα – Νερού, Νερού – Νερού κ.α., με διαφορετικές αποδόσεις.

Η μέγιστη απόδοση της μονάδας επιτυγχάνεται όσο μικρότερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας της πηγής απ' όπου αντλείται η θερμότητα, από την θερμοκρασία του μέσου στο οποίο αποδίδεται η θερμότητα. Η συνηθέστερη πηγή ή καταβόθρα θερμότητας είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας. Το βασικότερο μειονέκτημα είναι ότι η θερμοκρασία του μεταβάλλεται συνεχώς, μειώνοντας έτσι την απόδοση λειτουργίας της μονάδας. Το νερό μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σαν πηγή ή καταβόθρα θερμότητας, συνδέοντας την μονάδα μέσω του εξωτερικού εναλλάκτη με επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα, ή ακόμη και με την θάλασσα. Το έδαφος σαν πηγή ή καταβόθρα θερμότητας (γεωθερμικές αντλίες θερμότητας) συνδέεται με την μονάδα μέσω υπόγειων εναλλακτών θερμότητας. Οι εναλλάκτες μπορούν να τοποθετηθούν οριζόντια ή κατακόρυφα. Η θερμοκρασία του εδάφους, σε μικρό βάθος, παραμένει πρακτικά σταθερή καθ' όλη την διάρκεια του έτους, επιτυγχάνοντας υψηλότερη απόδοση σε σχέση με τις συμβατικές μονάδες, αφού λειτουργεί υπό ευνοϊκότερες συνθήκες.

Ανάλογα με τον σχεδιασμό της μονάδας, της εγκατάστασης και τη θέση των διαφόρων εξαρτημάτων του κυκλώματος, οι κεντρικές αντλίες θερμότητας διαχωρίζονται σε πολυδιαιρούμενες μονάδες (multi) διαχωρίζοντας την εξωτερική μονάδα με τον συμπιεστή (στο εξωτερικό περιβάλλον) από τις εσωτερικές μονάδες που τοποθετούνται στους κλιματιζόμενους χώρους. Οι μεγάλου μεγέθους αντλίες θερμότητας κεντρικών μονάδων είναι συνήθως αέρα-νερού. Σε κεντρικές εγκαταστάσεις που κυκλοφορεί νερό, απαιτούνται αντλίες οι οποίες κυκλοφορούν το ζεστό και το κρύο νερό από την εξωτερική μονάδα στους διάφορους τύπους εσωτερικών συσκευών, που βρίσκονται στους εσωτερικούς χώρους, για να κλιματίσουν τον εσωτερικό αέρα που κυκλοφορεί γύρω από έναν εναλλάκτη των εσωτερικών κλιματιστικών συσκευών. Όταν χρησιμοποιείται ψυκτικό ρευστό μεταξύ των εξωτερικών και εσωτερικών μονάδων τότε το σύστημα είναι γνωστό σαν μονάδα απευθείας εκτόνωσης (ή με διάφορες εμπορικές ονομασίες όπως VRV, VRF, HRV κ.τ.λ.). Συγκεκριμένα καταγράφονται τα εξής:

- α/α Μονάδας, ο αύξων αριθμός της μονάδας ψύξης του συστήματος κλιματισμού σε περίπτωση που υπάρχουν στο κτίριο πάνω από μία μονάδες.
- Κεντρική μονάδα. Εάν η μονάδα λειτουργεί ως κεντρική μονάδα και όχι ως δευτερεύουσα ή εφεδρική, επιλέγεται το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Τελική Χρήση, ανάλογα εάν η μονάδα λειτουργεί για ψύξη χώρων ή και θέρμανση χώρων (πχ με Α.Θ.), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Τύπος της μονάδας παραγωγής ψύξης για τους ψύκτες ή αντλίες θερμότητας.
- Πηγή ενέργειας που χρησιμοποιεί η συγκεκριμένη μονάδα: ηλεκτρισμός, φυσικό αέριο, προπάνιο, ηλιακή ενέργεια, τηλεθέρμανση, άλλο (προσδιορίζεται), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός της μονάδας όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.
- Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης. Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας της μονάδας.
- Ονομαστική ισχύ της μονάδας (kW) ή (Btu/h), όπως αναγράφεται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει, για την απορροφούμενη ηλεκτρική και αποδιδόμενη ψυκτική ή/και θερμική (π.χ. για τις αντλίες θερμότητας) .
- Ώρες λειτουργίας (h) που εκτιμάται ότι λειτουργεί η μονάδα κατά την θερινή και χειμερινή περίοδο.
- Απόδοση της μονάδας σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά και προδιαγραφές για τον συντελεστής επίδοσης (COP), του λόγου ή δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EER) και του εποχιακού βαθμού απόδοσης (SPF), στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (εξωτερικής θερμοκρασίας υγρού και ξηρού βολβού).

- Ψυκτικό ρευστό που χρησιμοποιείται στην μονάδα, όπως χλωροφθοράνθρακες (CFC, για παράδειγμα, R-11, R-12, R-113, R-114, R-115), υδροφθοράνθρακες (HFC, για παράδειγμα, R-152a, R-134a), υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC, για παράδειγμα R-22) κ.α.



Η παραγωγή και η χρήση των CFC έχει πλέον απαγορευθεί.



Από τις αρχές του 2010, απαγορεύεται η χρήση αχρησιμοποίητων (παρθένων) HCFC (R-22) για τη συντήρηση και την επισκευή του υφιστάμενου ψυκτικού και κλιματιστικού εξοπλισμού. Για την εξυπηρέτηση του υφιστάμενου εξοπλισμού μπορούν να παρέχονται ή να χρησιμοποιούνται μόνο ανακυκλωμένοι ή ανακτημένοι HCFC. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να γίνει αντικατάσταση του ψυκτικού μέσου της εγκατάστασης με R-404a, R-407, R-507 ή R-134a ανάλογα με την εφαρμογή.



Από τις αρχές 2015 απαγορεύεται η χρήση κάθε είδους HCFC.

- Θερμοκρασία (^oC). Καταγράφεται η θερμοκρασία προσαγωγής και επιστροφής του ψυκτικού μέσου.
- Συμπιεστές. Καταγράφεται ο τύπος συμπιεστή της μονάδας και ο αριθμός που διαθέτει η μονάδα, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι συμπιεστών, όπως για παράδειγμα, εμβολοφόροι παλινδρομικοί, περιστροφικοί, φυγοκεντρικοί (centrifugal), ή σπειροειδείς (scroll), ερμητικού (κλειστού) ή ημιερμητικού τύπου, και συμπιεστές με ρυθμιστή στροφών (inverter).
- Απόρριψη θερμότητας. Καταγράφεται το μέσο απόρριψης θερμότητας για την μονάδα και τον τύπο του συμπυκνωτή, αν χρησιμοποιείται πύργος ψύξης (αερόψυκτος ή υδρόψυκτος), γεωθερμικός εναλλάκτης, ή εναλλάκτης θαλασσινού νερού, εναλλάκτης καυσαερίων (ψύκτες απορρόφησης με ΣΗΘ κ.ά.), καταγράφοντας σε κάθε περίπτωση τη συνολική ονομαστική ισχύ των ανεμιστήρων ή των κυκλοφορητών που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση μονάδων απευθείας εκτόνωσης καταγράφεται αν οι ανεμιστήρες είναι φυγοκεντρικοί ή αξονικοί. Επίσης, καταγράφεται αν οι ανεμιστήρες είναι αφής/σβέσης (on/off), με ρυθμιστή στροφών (inverter) ή ρυθμίζονται με triac ή άλλο σύστημα. Στην περίπτωση γεωθερμικού, ή υδροθερμικού, ή θαλασσινού νερού εναλλάκτη, καταγράφεται ο συγκεκριμένος τύπος εναλλάκτη, το μήκος (m) ή η επιφάνεια κάλυψης (έδαφος κ.ά.) από τον εναλλάκτη (m^2) και η διατομή του εναλλάκτη (mm), το βάθος τοποθέτησης (m).
- Ψυκτικό μέσο προς τερματικές μονάδες. Καταγράφεται το ψυκτικό μέσο απόδοσης ψύξης προς τις τερματικές μονάδες: Νερό, Αέρας, Ψυκτικό ρευστό, Άλλο (προσδιορίζεται), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου, και η θερμοκρασία (^oC) προσαγωγής και επιστροφής.
- Τοπικές Μονάδες. Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των τοπικών μονάδων παραγωγής ψύξης/θέρμανσης, όπως: θερμοκρασία αέρα προσαγωγής (^oC) για την θερινή και χειμερινή περίοδο.
- Ενεργειακή Σήμανση σύμφωνα με την κλίμακα από Α (περισσότερο αποδοτικό) ως G (λιγότερο αποδοτικό), όπως εφαρμόζεται στην αγορά.
- Φύλλα συντήρησης. Καταγράφεται, εάν υπάρχουν, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Κατά την επιθεώρηση ελέγχεται η χωροθέτηση της μονάδας ψύξης ή/και θέρμανσης και γενικότερα του ψυχροστασίου όσον αφορά τα εξής:

- θέση ψυχροστασίου: αν είναι σε εξωτερικό ή εσωτερικό χώρο. Στην περίπτωση που το ψυχροστάσιο είναι σε εξωτερικό χώρο τότε θα πρέπει να έχει ληφθεί υπόψη στην τελικά απόδοση της μονάδας ψύξης.
- ευκολία πρόσβασης στο ψυχροστάσιο. Η πρόσβαση στο ψυχροστάσιο πρέπει να είναι εύκολη χωρίς εμπόδια.
- ευκολία συντήρησης – επισκευή. Η πρόσβαση στην ψυκτική μονάδα από τον συντηρητή είναι πολύ σημαντική για την επαρκή συντήρηση και επισκευή της. Η θέση της μονάδας πρέπει να πληροί κάποιες ελάχιστες αποστάσεις από τις τοιχοποιίες του ψυχροστασίου ή άλλων διατάξεων εξοπλισμού.

4.1.6.1. Πίνακας 6.1 - Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης Μονάδας

Καταγράφεται η σωστή λειτουργία της μονάδας παραγωγής ψύξης (ψύκτης, Α.Θ.) με κριτήριο την ενεργειακή απόδοσή της, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση των συστημάτων, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου.

- α/α Μονάδας, ο αύξων αριθμός της μονάδας ψύξης του συστήματος κλιματισμού σε περίπτωση που υπάρχουν στο κτίριο πάνω από μία μονάδες.

Η υφιστάμενη κατάσταση της μονάδας ψύξης αρχικά εκτιμάται από τα διαθέσιμα στοιχεία για την λειτουργία της μονάδας, που συνήθως περιλαμβάνει εγχειρίδια με:

- Φύλλο εκκίνησης κατασκευαστή,
- Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης μονάδας ψύξης,
- Αρχείο Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας,
- Κατασκευαστικά Σχέδια Εγκατάστασης,
- Τιμολόγια ενέργειας.

Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των ανωτέρω εγχειριδίων και στοιχείων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Κατά την οπτική επιθεώρηση, προσδιορίζονται τα δεδομένα για τη σωστή λειτουργία της μονάδας, ανάλογα με την περίοδο που θα γίνει η επιθεώρηση, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου, για:

- Τυχόν διαρροές ψυκτικού μέσου στο κύκλωμα της ψυκτικής μονάδας έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση της ψυκτικής απόδοσης του συστήματος. Οι διαρροές ανιχνεύονται οπτικά κυρίως, από τα λάδια (περιέχονται στο ψυκτικό μέσο) που εντοπίζονται στο σημείο διαρροής ή τον σχηματισμό πάγου στο τμήμα εξάτμισης της ψυκτικής μονάδας, ή την πτώση πίεσης που καταγράφεται στα μανόμετρα της μονάδας. Επίσης οι διαρροές ελέγχονται εύκολα με την χρήση της ειδικής λυχνίας (γκαζιού, ηλεκτρονική κ.ά.) και λοιπά ηλεκτρονικά μέσα.



Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 378-1:2000, καθορίζει τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται κατά την σχεδίαση, κατασκευή εγκατάσταση και συντήρηση συστημάτων κλιματισμού και ψύξης για την ασφαλή τους λειτουργία. Αφορά σταθερό και κινητό εξοπλισμό ψύξης και Α.Θ. απευθείας εκτόνωσης, ενιαίου ή διαιρούμενου τύπου, αλλά δεν εφαρμόζεται σε συστήματα κλιματισμού, ψύξης-θέρμανσης με δίκτυο διανομής ψυχρού αέρα ή ψυχρού νερού. Τα ψυκτικά χαρακτηρίζονται σε 5 κλάσεις ασφαλείας χρήσης, από Α1 (χαμηλότερου κινδύνου) και C3 (υψηλού κινδύνου).

- Παρουσία συμπυκνωμάτων νερού στο σύστημα από την υγροποίηση των υδρατμών του αέρα πάνω στις χαμηλής θερμοκρασίας επιφάνειες, πιθανώς αναδεικνύει ελλιπή θερμομόνωση στοιχείων της μονάδας, κακή απορροή συμπυκνωμάτων κ.ά.


Η υγρασία ευνοεί την ανάπτυξη παθογόνων και αλλεργικών μικροοργανισμών.

- Φθορές και διαβρώσεις στα επιμέρους μεταλλικά τμήματα της ψυκτικής μονάδας όπως: κέλυφος, σωληνώσεις, ενώσεις, βάνες κ.ά. Οι φθορές και διαβρώσεις προκαλούνται από την υγρασία και την έκθεσής της στο εξωτερικό περιβάλλον. Οι διαβρώσεις των μεταλλικών τμημάτων της ψυκτικής μονάδας έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση διαρροών και κατά συνέπεια την πτώση της απόδοσης της.
- Καθαριότητα της μονάδας ή οποία δεικνύει την επαρκή συντήρησή της και την δυνατότητα επαρκούς ελέγχου της λειτουργίας της.
- Την επαρκή θερμομόνωση μονάδας ψύξης για την μείωση των θερμικών απωλειών ή κερδών, που επιβαρύνουν την λειτουργία της μονάδας και μειώνουν την απόδοσή της.
- Την επαρκή θερμομόνωση σωληνώσεων μεταφοράς ψυκτικού μέσου για την μείωση των θερμικών απωλειών, την αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων κ.ά.
- Καταγραφή κραδασμών και θορύβων κατά την λειτουργία της μονάδας ψύξης, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν θραύσεις και άλλες βλάβες στα διάφορα τμήματα της.
- Έλεγχος λειτουργίας του θερμοστάτη ελέγχου της ψυκτικής μονάδας.
- Έλεγχος λειτουργίας των μανομέτρων ελέγχου της ψυκτικής μονάδας.
- Έλεγχος λειτουργίας πρεσσοστάτη ελέγχου της ψυκτικής μονάδας.
- Έλεγχος λειτουργίας του ηλεκτρικού πίνακα αυτοματισμών της ψυκτικής μονάδας.
- Έλεγχος των ηλεκτρικών συνδέσεων και στοιχείων της ψυκτικής μονάδας. Ηλεκτρικά καλώδια μονωμένα και προστατευμένα κ.ά.
- Η σωστή χωροθέτηση μονάδας ψύξης, διευκολύνει την σωστή λειτουργία και την πρόσβαση για συντήρηση.

Επαρκής αερισμός του ψυχροστασίου για την περίπτωση διαρροών που μπορούν να προκαλέσουν έλλειψη οξυγόνου με αποτέλεσμα την ακαταλληλότητα για επίσκεψη από τον υπεύθυνο συντηρητή.

4.1.6.2. Πίνακας 6.2 – Τελική Διάγνωση Μονάδας

Καταγράφεται η σωστή λειτουργία της μονάδας παραγωγής ψύξης (ψύκτης, αντλία θερμότητας κ.ά.) με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση της μονάδας, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση λειτουργίας, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση της μονάδας, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (κακή, μέτρια, καλή, πολύ καλή) βασίζεται στα εξής:

Χαρακτηρισμός συνολικής εγκατάστασης: Αφορά συμπεράσματα σχετικά με την μονάδα παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης (ψύκτης ή αντλία θερμότητας). Σήμανση ή όχι, πιστοποίηση, πρόσβαση στο ψυχροστάσιο, ευκολία συντήρησης, μονώσεις, θέση ψυχροστασίου, ικανότητα κυκλοφορητή κ.ά.	
Κακή (Ακατάλληλη)	Μονάδα χωρίς σήμανση και προδιαγραφές, εγκατεστημένος σε εξωτερικό περιβάλλον, με δυσκολία συντήρησης, με σοβαρές φθορές και διαβρώσεις, χωρίς μόνωση κελύφους, με διαρροές ψυκτικού μέσου, με εμφάνιση συμπυκνωμάτων, με αυτοματισμούς ελέγχου (θερμόμετρα, πρεσσοστάτες, μανόμετρα κ.ά.) εκτός λειτουργίας και κυκλοφορητής με ανικανότητα απόδοσης ψυκτικής ισχύος στο δίκτυο διανομής. Παρουσιάζει έντονους κραδασμούς κατά την λειτουργία λόγω κακής έδρασης και ρύθμισης.

Μέτρια (Ανεπαρκής)	Ψύκτης χωρίς σήμανση και προδιαγραφές, εγκατεστημένος σε εξωτερικό περιβάλλον, με δυσκολία συντήρησης, χωρίς σοβαρές φθορές και διαβρώσεις, με μόνωση κελύφους, χωρίς διαρροές ψυκτικού μέσου, με εμφάνιση συμπυκνωμάτων, με ορισμένους αυτοματισμούς ελέγχου (θερμόμετρα, πρεσσοστάτες, μανόμετρα κ.ά.) εκτός λειτουργίας και κυκλοφορητής με δυσκολία απόδοσης ψυκτικής ισχύος στο δίκτυο διανομής. Παρουσιάζει έντονους κραδασμούς κατά την λειτουργία λόγω κακής έδρασης.
Καλή (Επαρκής)	Ψύκτης με σήμανση και προδιαγραφές, εγκατεστημένος σε ψυχροστάσιο (είναι προστατευμένος), με ευκολία συντήρησης, με αμελητέες φθορές και διαβρώσεις, με μόνωση κελύφους, χωρίς διαρροές ψυκτικού μέσου, με μερική εμφάνιση συμπυκνωμάτων, με αυτοματισμούς ελέγχου (θερμόμετρα, πρεσσοστάτες, μανόμετρα κ.ά.) σε επαρκή λειτουργίας και κυκλοφορητής με επαρκή απόδοσης ψυκτικής ισχύος στο δίκτυο διανομής. Παρουσιάζει χαμηλούς κραδασμούς κατά την λειτουργία του.
Πολύ καλή (υψηλής απόδοσης)	Ψύκτης με σήμανση και προδιαγραφές, με υψηλή απόδοση (COP ή EER), εγκατεστημένος σε ψυχροστάσιο (είναι προστατευμένος), με ευκολία συντήρησης, χωρίς φθορές και διαβρώσεις, με άριστη μόνωση κελύφους, χωρίς διαρροές ψυκτικού μέσου, χωρίς εμφάνιση συμπυκνωμάτων, με αυτοματισμούς ελέγχου (θερμόμετρα, πρεσσοστάτες, μανόμετρα κ.ά.) σε βέλτιστη λειτουργία και κυκλοφορητής με επαρκή απόδοσης ψυκτικής ισχύος στο δίκτυο διανομής. Δεν παρουσιάζει κραδασμούς κατά την λειτουργία του.

Χαρακτηρισμός λειτουργίας εγκατάστασης: Αφορά την απόδοση ψύξης ή/και θέρμανσης (αντλία θερμότητας) της μονάδας και την ικανότητα απόδοσης της ονομαστικής ψυκτικής ή /και θερμικής ισχύος.			
	Χρήση ψυκτικού μέσου	**Συντελεστής επίδοσης ψύξης EER ή/και θέρμανσης COP**	**Απόκλιση απόδοση σε σχέση με την ονομαστική**
Κακή	CFC	EER ή COP < 1,5	> 25%
Μέτρια	HCFC (παρθένων)	1,5 < EER ή COP < 2,8	15% ÷ 25%
Καλή	HCFC (ανακυκλωμένοι)	2,8 < EER ή COP < 4	5% ÷15%
Πολύ καλή	Άλλο μέσο εκτός CFC και HCFC	EER ή COP > 4	< 5%



Για να ανήκει σε κάποια από τις πιο πάνω κατηγορίες λειτουργίας εγκατάστασης το σύστημα ψύξης θα πρέπει να πληροί όλους τους όρους της κατηγορίας αυτής.

Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης: Αφορά την συντήρηση της μονάδας παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης (ψύξης ή αντλίας θερμότητας)	
Κακή	Δεν εφαρμόζεται συντήρηση. Δεν υπάρχει αρχείο συντήρησης. Δεν υπάρχει δυνατότητα συντήρησης λόγω περιορισμένης πρόσβασης στην μονάδα παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης. Μονάδα με σοβαρές φθορές και διαρροές. Λόγω έλλειψης καθαρότητας δεν υπάρχει η δυνατότητα οπτικού ελέγχου.
Μέτρια	Εφαρμόζεται συντήρηση αλλά όχι τακτικά. Δεν υπάρχει αρχείο συντήρησης. Υπάρχει περιορισμένη δυνατότητα συντήρησης λόγω μερικής πρόσβασης στην μονάδα παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης. Μονάδα με μερικές φθορές. Υπάρχει μερική δυνατότητα οπτικού ελέγχου.
Καλή	Εφαρμόζεται τακτική συντήρηση. Υπάρχει ελλιπές αρχείο συντήρησης. Υπάρχει δυνατότητα συντήρησης λόγω πρόσβασης στην μονάδα παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης. Υπάρχει τεχνικός υπεύθυνος συντηρητής σε μόνιμη βάση. Μονάδα χωρίς σημαντικές φθορές ή διαρροές. Υπάρχει δυνατότητα οπτικού ελέγχου.
Πολύ καλή	Εφαρμόζεται τακτική συντήρηση. Υπάρχει πλήρες και αναλυτικό αρχείο συντήρησης. Υπάρχει δυνατότητα εύκολης συντήρησης λόγω πρόσβασης στον μονάδα. Υπάρχει τεχνικός υπεύθυνος συντηρητής σε μόνιμη βάση. Μονάδα χωρίς φθορές ή διαρροές. Εφαρμόζονται οι παρατηρήσεις του συντηρητή και ελέγχονται εξ' αρχής.

4.1.7. Πίνακας 7 – Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Διανομής

Καταγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου διανομής (προσαγωγής και επιστροφής) για τον κλιματισμό χώρων για κάθε σύστημα, για παράδειγμα, ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη, που υπάρχει στο κτίριο, επιλέγοντας τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου.

- α/α Συστήματος. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος κλιματισμού που εξυπηρετεί το κτίριο.
- Τύπος δικτύου. Καταγράφεται ο τύπος του δικτύου διανομής από και προς την μονάδα και τους εσωτερικούς χώρους, ανάλογα με την μονάδα παραγωγής ψύξης/θέρμανσης. Για παράδειγμα, ψυκτικό ρευστό για μονάδες απευθείας εκτόνωσης, νερό από ψύκτη ή Α.Θ. αέρα-νερού κ.ά.
- Είδος Αυτονόμησης. Καταγράφεται ο τύπος ελέγχου αυτονομίας του δικτύου διανομής εφόσον υπάρχει: με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάνα, με ανεξάρτητο κυκλοφορητή, με ανεξάρτητο ψυχροστάσιο κ.ά.
- Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου. Καταγράφεται η κατάσταση της θερμομόνωσης για κάθε τμήμα του δικτύου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (ανεπαρκής, μέτρια ή επαρκής) βασίζεται στα εξής:

Χαρακτηρισμός θερμομόνωσης δικτύου: Αφορά την θερμομόνωση του δικτύου ώστε να ελαχιστοποιήσει τις ψυκτικές ή/και θερμικές απώλειες.	
Ανεπαρκής	Δίκτυο χωρίς θερμομόνωση ή το θερμομονωτικό υλικό έχει εκτεταμένες φθορές σε ποσοστό πάνω από 30%.
Μέτρια	Μικρού πάχους θερμομόνωση, ή στο θερμομονωτικό υλικό παρατηρούνται τοπικές φθορές ή πάνω από το 30% του δικτύου είναι χωρίς θερμομόνωση.
Επαρκής	Η θερμομόνωση του δικτύου έχει το απαιτούμενο πάχος. Το θερμομονωτικό υλικό είναι σε καλή κατάσταση, σε όλο το εκτεθειμένο δίκτυο.

Για να μειωθούν οι θερμικές απώλειες στο δίκτυο διανομής κρύου/ζεστού νερού ή ψυκτικού ρευστού, ιδιαίτερα σε κτίρια με μεγάλες διαδρομές δικτύου και εμφανής σωλήνες σε μη κλιματιζόμενους χώρους, απαιτείται κατάλληλη θερμομόνωση των σωλήνων του δικτύου. Η θερμομόνωση των σωλήνων μπορεί να γίνει ακόμη και σε υπάρχοντα δίκτυα χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά.



Σε νέα κτίρια πρέπει να ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Η υφιστάμενη κατάσταση της θερμομόνωσης του συστήματος διανομής αξιολογείται για τα διαφορετικά τμήματα του δικτύου, όπως: Σωλήνες σε εξωτερικούς χώρους, Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη κλιματιζόμενους χώρους, Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους κλιματιζόμενους χώρους, Κατακόρυφες στήλες σε φρεάτια ή ψευδοροφές, Άλλος χώρος διέλευσης (προσδιορίζεται).

- Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου. Η υφιστάμενη κατάσταση λειτουργίας του δικτύου διανομής μπορεί να παρουσιάζει διάφορα προβλήματα που μειώνουν την αποτελεσματικότητά του. Καταγράφονται τα εμφανή προβλήματα που εμφανίζονται και ως ποσοστό (%) εμφάνισής τους επί του συνολικού δικτύου, ανά περίπτωση για: Διαρροές στο δίκτυο, Διαβρωμένοι σωλήνες, Κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο, Συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις, Αποφράξεις στο δίκτυο, Συμπυκνώσεις δικτύου σε εξωτερικούς χώρους, Άλλο (προσδιορίζεται).
- Μέσο μεταφοράς. Καταγράφεται το μέσο μεταφοράς θερμότητας που χρησιμοποιείται μεταξύ της μονάδας κλιματισμού και των τερματικών μονάδων, για παράδειγμα, Νερό, Ψυκτικό ρευστό κ.ά.
- Θερμοκρασία μέσου (^{o}C). Καταγράφεται η θερμοκρασία σχεδιασμού προσαγωγής και επιστροφής του μέσου μεταφοράς στο δίκτυο διανομής, για ψύξη & θέρμανση.

- Εναλλάκτης. Καταγράφεται η ύπαρξη εναλλάκτη θερμότητας μεταξύ της μονάδας παραγωγής και διανομής θερμότητας (επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου), η θερμική του απόδοση (%) από την σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει και δίνεται μια σύντομη περιγραφή της υπάρχουσας εγκατάστασης.
- Δοχείο αδράνειας. Καταγράφεται η ύπαρξη δοχείου αδράνειας στην εγκατάσταση (επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου), η χωρητικότητά του (lt) για ψύξη & θέρμανση και δίνεται μια σύντομη περιγραφή.
- Ροή μέσου. Καταγράφεται η ροή του μέσου εάν είναι σταθερή ή μεταβλητή ανάλογα με τα φορτία.
- Κυκλοφορητές-Αντλίες. Καταγράφεται ο τύπος του κυκλοφορητή (πχ σταθερών στροφών, ρυθμιζόμενων στροφών, ηλεκτρονικό, μόνιμου μαγνήτη κ.ά.), ο αριθμός των συγκεκριμένων τύπων κυκλοφορητών στο δίκτυο, η συνολική ονομαστική ισχύ (W), και η ενεργειακή κλάση στην οποία αντιστοιχούν.

Μετρούμενα μεγέθη: Προκειμένου να ελεγχθεί η αποδοτική λειτουργία της μονάδας ψύξης μπορούν να μετρηθούν τα ακόλουθα μεγέθη:

- Η πτώση πίεσης του δικτύου (Pa) ψυκτικού μέσου. Η πτώση πίεσης σε σχέση με την πίεση λειτουργίας συντελεί στην χαμηλή απόδοση ψύξης. Συνήθως η πτώση πίεσης σε μεγάλες κεντρικές ψυκτικές μονάδες, ελέγχεται με ειδική διάταξη μετρητή (πρεσσοστάτη) που είναι ενσωματωμένος πάνω στην μονάδα παραγωγής ψύξης.
- Παροχή ψυκτικού μέσου (m^3/sec). Η παροχή ψυκτικού μέσου στις μεγάλες ψυκτικές μονάδες ελέγχεται μέσω παροχόμετρου.
- Εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας της μονάδας ψύξης. Ο χρόνος λειτουργία μπορεί να καταγραφεί μόνο σε περιπτώσεις που υπάρχει BEMS.

4.1.8. Πίνακας 8 – Τεχνικά Χαρακτηριστικά Τερματικών Μονάδων

Η απόδοση θερμότητας ή ψύξης στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των ΤΜ. Για παράδειγμα, το κρύο νερό που παράγεται από τον ψύκτη τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής, σε τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά σαν fan coils) ή σε ΚΚΜ.

- α/α Συστήματος. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος.
- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος των ΤΜ και σε ορισμένες περιπτώσεις η θέση τους (πχ δάπεδο, οροφής): μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) οροφής ή δαπέδου ή κασέτας ή ντουλάπας ή τοίχου, ΚΚΜ, ενδοδαπέδιο, ενδοτοίχιο, Άλλο (προσδιορίζεται). Επιπλέον, καταγράφονται και τα αυτόνομα τοπικά κλιματιστικά που περιλαμβάνουν τις: ενιαίες (monoblock) ή διαιρούμενες (split) μονάδες και τα κλιματιστικά τύπου καναλάτα χαμηλού προφίλ.
- Αριθμός & Περιγραφή. Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός και μια σύντομη περιγραφή των ΤΜ τύπου ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) και ΚΚΜ, του συγκεκριμένου συστήματος, και των τοπικών κλιματιστικών.

4.1.8.1. Πίνακας 8.1 – Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (ΚΚΜ)

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της ΚΚΜ που καταγράφονται περιλαμβάνουν τα εξής:

- α/α ΚΚΜ. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της ΚΚΜ.
- α/α Θερμικής ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.
- Λειτουργίες. Καταγράφονται οι λειτουργίες κλιματισμού της ΚΚΜ για: ψύξη, θέρμανση, προθέρμανση, φίλτρανση, ύγρανση, αφύγρανση, παροχή νωπού αέρα.

- Θέση. Καταγράφεται η θέση εγκατάστασης της ΚΚΜ σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο, και η σχετική μικρή ή μεγάλη απόσταση της ΚΚΜ από τις κλιματιζόμενες θερμικές ζώνες.
- Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός του λέβητα όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.
- Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης. Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας της ΚΚΜ.
- Ονομαστική ισχύς της μονάδας (kW), όπως αναγράφεται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει, για την αποδιδόμενη ψυκτική και θερμική ισχύ.
- Ώρες λειτουργίας (h) που εκτιμάται ότι λειτουργεί η μονάδα κατά την θερινή και χειμερινή περίοδο.
- Ψυκτικό / Θερμικό μέσο. Καταγράφεται η παροχή (m^3/h) και η θερμοκρασία προσαγωγής και επιστροφής (^oC) του ψυκτικού και θερμικού μέσου που χρησιμοποιείται.
- Παροχή αέρα (m^3/h). Καταγράφεται η μέση παροχή του κλιματιζόμενου αέρα που εισέρχεται στην κλιματιζόμενη ζώνη μέσω της ΚΚΜ, για όλη την περίοδο λειτουργίας της ΚΚΜ.
- Ανακυκλοφορία αέρα (%). Καταγράφεται το μέσο ποσοστό ανακυκλοφορίας του προσαγόμενου αέρα στην θερμική ζώνη την θερινή και χειμερινή περίοδο. Ανακυκλοφορία 100% σημαίνει ότι το ποσοστό του εξωτερικού (νωπού) αέρα είναι 0 και Ανακυκλοφορία 0% σημαίνει 100% νωπός αέρας.
- Ρύθμιση ανακυκλοφορίας: Καταγράφεται η ρύθμιση του ποσοστού ανακυκλοφορίας με: αναλογική ή αφής/σβέσης (on/off), ρύθμιση πεταλούδας (damper), ρύθμιση νωπού βάση αισθητηρίου CO_2, ρύθμιση νωπού βάση λειτουργίας free cooling.
- Ανεμιστήρες. Καταγράφεται ο τύπος των ανεμιστήρων προσαγωγής και επιστροφής, ανάλογα με την κλίση των πτερυγίων τους (εμπρός ή πίσω), και την χρήση ρυθμιστή στροφών (inverter). Ο κινητήρας του ανεμιστήρα πρέπει να έχει μεταβαλλόμενη συχνότητα λειτουργίας προσαρμόζοντας τις στροφές του, και συνεπώς την παροχή αέρα, μέσω ενός ρυθμιστή στροφών (inverter) στις πραγματικές απαιτήσεις της εγκατάστασης. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί παράλληλα να ρυθμιστεί και η μεταβολή της πίεσης του αέρα, στην περίπτωση πτώσης πίεσης λόγω αύξησης της αντίστασης των φίλτρων από την συγκράτηση ρύπων. Όταν οι χώροι που εξυπηρετεί μια εγκατάσταση, βρίσκονται σε μερική χρήση ή δεν υπάρχει παρουσία ατόμων στους χώρους, η προσαγωγή αέρα μπορεί να ρυθμιστεί σε χαμηλότερα επίπεδα, για παράδειγμα, στο 30% της πλήρους λειτουργίας. Αντίστοιχα ρυθμίζεται και ο ανεμιστήρας που χρησιμοποιείται για την απαγωγή του εσωτερικού αέρα. Η μανομετρική πίεση ενός ανεμιστήρα επιστροφής (απαγωγής αέρα) κυμαίνεται περίπου στα 60 mm H_2O. Η χρήση ρυθμιστών στροφών (inverters) στους ανεμιστήρες έχει σαν αποτέλεσμα την σημαντική μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία τους.
- Ειδική ισχύς ανεμιστήρα ($kW.sec/m^3$). Καταγράφεται η ειδική ισχύς του ανεμιστήρα προσαγωγής και απαγωγής.
- Συνθήκες αέρα προσαγωγής. Καταγράφεται η θερμοκρασία (^oC) και η υγρασία (gr υδρατμών / kg ξηρού αέρα) του αέρα προσαγωγής κατά την θερινή και χειμερινή περίοδο λειτουργίας. Η αναλογία υγρασίας, W, είναι ο αδιάστατος αριθμός που ισούται με τον λόγο της μάζας των υδρατμών προς τη μάζα του ξηρού αέρα (gr υδρατμών / kg ξηρού αέρα).
- Εναλλάκτης ανάκτησης. Στο κιβώτιο εξοικονόμησης ενέργειας (οικονομητήρας) τοποθετείται ένας πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας, τροχός, ή άλλου (προσδιορίζεται) τύπου εναλλάκτης. Το κιβώτιο μίξης τοποθετείται σε ΚΚΜ που έχουν επιστροφή και απόρριψη αέρα, στο άκρο της μονάδας, ακριβώς μετά τα στόμια εισόδου και εξόδου του αέρα. Στον εναλλάκτη διασταυρώνονται ο νωπός αέρας και ο αέρας απόρριψης, έτσι ώστε να ανακτηθεί κάποιο ποσοστό θερμότητας από τον κλιματισμένο εσωτερικό αέρα που απορρίπτεται και να προκλιματιστεί ο νωπός αέρας. Οι

τροχοί θερμότητας ή/και ενέργειας (ενθαλπίας), γνωστοί και σαν sensible wheels (τροχοί αισθητής θερμότητας), enthalpy wheels (τροχοί ενθαλπίας), desiccant wheels (τροχοί προσροφητικών υλικών) χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή θερμότητας ή/και υγρασίας (energy wheel) ανάλογα με το υλικό, σε μια διάταξη αέρα-αέρα.

- Σύστημα ύγρανσης. Ορισμένες ΚΚΜ μονάδες, διαθέτουν υγραντήρες, για τον έλεγχο της υγρασίας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι υγραντήρων, όπως ατμού, νερού (ψεκασμού, υγρών επιφανειών) κ.τ.λ. Η ρύθμιση της υγρασίας του κλιματισμένου αέρα συμβάλει στην θερμική άνεση και στην υγιεινή των εσωτερικών χώρων. Οι υγραντήρες αυξάνουν την υγρασία του αέρα (ύγρανση) που συνήθως είναι ξηρός λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του μετά το θερμαντικό στοιχείο, κατά την περίοδο λειτουργίας τον χειμώνα. Καταγράφεται και η μέση ωριαία ποσότητα υδρατμών (gr/hr) που προστίθεται στον αέρα προσαγωγής.



Εάν ο έλεγχος της ποσότητας του νερού δεν είναι επαρκής, τότε υπάρχει ο κίνδυνος δημιουργίας συμπυκνωμάτων μέσα στο σύστημα (π.χ. αεραγωγοί ή στόμια), η οποία ευνοεί την ανάπτυξη παθογόνων και αλλεργικών μικροοργανισμών. Για το λόγο αυτό, εάν είναι πρακτικά δυνατόν, προτιμάται η ύγρανση να γίνεται με τη χρήση ξηρού ατμού αντί των υγρών επιφανειών και συστημάτων ψεκασμού νερού.

- Φίλτρα. Ο εξωτερικός αέρας πρέπει να καθαρίζεται από τους διάφορους ρύπους που περιέχει πριν την προσαγωγή του στους εσωτερικούς χώρους. Ο καθαρισμός του γίνεται με φίλτρα τα οποία επιβάλλεται να συντηρούνται τακτικά, ώστε να μην καθίστανται δευτερογενείς εστίες ρύπανσης. Τα φίλτρα είναι ομαδοποιημένα ανάλογα την ικανότητά τους να απομακρύνουν συγκεκριμένου μεγέθους σωματίδια. Οι συνηθέστεροι παράμετροι που κατηγοριοποιούν τα διάφορα φίλτρα είναι: η απόδοση του φίλτρου (ικανότητα να αφαιρεί σωματίδια από το ρεύμα του αέρα, όσο πιο μεγάλη είναι η απόδοση τόσο περισσότερα σωματίδια μικρότερου μεγέθους μπορεί να συγκρατήσει), η αντίσταση, πτώση στατικής πίεσης (κατά την διέλευση του αέρα μέσα από το φίλτρο σε δεδομένη παροχή αέρα, η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με το πόσο καθαρό είναι το φίλτρο, και με την πάροδο του χρόνου, ανάλογα με τον τύπο του φίλτρου, μειώνεται η διαπερατότητα του λόγω των επικαθίσεων, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ροή του αέρα), και την ικανότητα κατακράτησης σωματιδίων/σκόνης (χωρητικότητα σκόνης που μπορεί να συσσωρευτεί σε ένα φίλτρο που λειτουργεί σε καθορισμένη παροχή αέρα).Υπάρχουν διάφορα είδη φίλτρων. Ανάλογα την περίπτωση, καταγράφεται το είδος των φίλτρων και ο αριθμός τους:
    - Το πρώτο φίλτρο που τοποθετείται συνήθως σε μια ΚΚΜ αμέσως μετά το στόμιο εισόδου του νωπού αέρα, ονομάζεται προφίλτρο ή πρώτης βαθμίδας φίλτρα. Τα φίλτρα της πρώτης βαθμίδας πρέπει να έχουν απόδοση 50% και δυνατότητα κατακράτησης σκόνης και σωματιδίων της τάξεως μέχρι και 0,3 μm. Η πτώση πίεσης πρέπει να είναι της τάξεως των 5 mmH_2O. Η χρήση προφίλτρων βελτιώνει σημαντικά την απόδοση των υπολοίπων φίλτρων που ακολουθούν. Τα πιο πολλά είναι μιας χρήσεως και αχρηστεύονται γρήγορα ανάλογα και με την ποιότητα του νωπού αέρα. Παρόμοιου τύπου είναι τα φίλτρα σε ρολό (ρολόφιλτρα). Η αποδοτική λειτουργία και συντήρηση των προφίλτρων μειώνει την ανάπτυξη των βακτηριδίων στα κύρια φίλτρα που ακολουθούν σε μια εγκατάσταση αερισμού ή/και κλιματισμού και βελτιώνει σημαντικά την απόδοσή τους. Ο συνδυασμός ενός φίλτρου με προφίλτρο έχει σαν αποτέλεσμα μεγάλες διαφορές στην ανάπτυξη βακτηριδίων κ.τ.λ.
    - Τα σακόφιλτρα ή δεύτερης βαθμίδας φίλτρα ή αεροθύλακες είναι λεπτά φίλτρα με απόδοση της τάξεως του 95%. Συγκρατούν σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 0,3 μm. Η πτώση πίεσης είναι περίπου 10 mm H_2O. Τα φίλτρα αυτά τοποθετούνται στην έξοδο από μια ΚΚΜ και σε πολλές περιπτώσεις συγκρατούν ακόμα και ανεπιθύμητους υδρατμούς ή

μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στον αέρα που υγροποιείται γύρω από το στοιχείο ψύξης της ΚΚΜ. Τα σακόφιλτρα δεν καθαρίζονται, αλλά αντικαθίστανται.

- Τα ειδικά ή απόλυτα ή τρίτης βαθμίδας φίλτρα έχουν υψηλή απόδοση κατακράτησης πάνω από 99,999% και χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις για χώρους υψηλές απαιτήσεις καθαρότητας του αέρα, όπως για παράδειγμα, χειρουργεία, αποστειρωμένους χώρους κ.τ.λ. Είναι φτιαγμένα από επεξεργασμένο χαρτί και συνήθως συνοδεύεται με ένα προφίλτρο. Η πτώση πίεσης αέρα είναι της τάξεως των 25 mmH_2O. Τα φίλτρα αυτά είναι γνωστά και σαν φίλτρα αιωρούμενης μάζας. Η απόδοσή τους εξαρτάται από το μέγεθος των σωματιδίων (συνήθως οι τιμές απόδοσης αναφέρονται σε μέγεθος σωματιδίων περίπου 10μm, αλλά μπορούν να συγκρατήσουν σωματίδια κάτω από 0,1μm, τα οποία στην πλειοψηφία τους μπορούν να προκαλέσουν αλλεργίες ή άσθμα και κυμαίνονται σε μέγεθος από 10÷0,5μm). Τοποθετούνται όσο το δυνατόν πιο κοντά στα στόμια εξόδου του αέρα προς τον αεριζόμενο/κλιματιζόμενο χώρο, προκειμένου να συγκρατούν και τα τελευταία σωματίδια που έχουν απομείνει ή πιθανόν υπάρχουν στην ΚΚΜ. Η επιλογή και τοποθέτησή τους πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή. Πριν από το φίλτρο αυτό τοποθετούνται αυτόματες στεγανές δικλείδες (ντάμπερ), που κλείνουν όταν η μονάδα δεν λειτουργεί, για να εμποδίζουν την αντίθετη ροή του αέρα προς την ΚΚΜ.
- Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα προκαλούν την θετική ή αρνητική φόρτιση των σωματιδίων του αέρα καθώς περνά μέσα από αυτοφορτιζόμενα φύλλα πολυπροπυλενίου, με διαφορετικό φορτίο το κάθε ένα που εναλλάσσονται στην σειρά που τοποθετούνται. Τα σωματίδια που μεταφέρει ο αέρας (μεγέθους μέχρι 0,1 μm) φορτίζονται και κατόπιν έλκονται και κατακρατούνται από μια επιφάνεια με αντίθετο φορτίο. Το φίλτρο πρέπει να ελέγχεται κάθε 4-6 βδομάδες και να καθαρίζεται. Η τυπική απόδοση κατακράτησης (κατά βάρος) είναι περίπου 85% όταν τοποθετούνται μετά από κάποιο προφίλτρο και 95% όταν τοποθετούνται πριν από κάθε άλλο φίλτρο. Η απόδοση των ηλεκτροστατικών φίλτρων είναι πολύ καλή σε σύγκριση με τα απλά φίλτρα αλλά προϋποθέτει καλή συντήρηση.
- Η εξωτερική ρύπανση που προέρχεται από τι εξατμίσεις αυτοκινήτων και άλλων τροχοφόρων, λόγω της καύσης, περιέχει αέρια όπως NO_2, SO_2, και φορμαλδεΰδη (HCHO). Τα αέρια καύσης από μηχανές ντίζελ περιέχουν ακόμη πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) οι οποίες προκαλούν δυσάρεστες οσμές, ακόμη και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Ο έλεγχος των ρύπων αυτών μπορεί να γίνει με τα κατάλληλα χημικά φίλτρα που κυρίως αποτελούνται από ενεργό άνθρακα. Άλλος ένας συνηθισμένος εξωτερικός ρύπος είναι το όζον (O_3), του οποίου η συγκέντρωση εξαρτάται από τα επίπεδα της ακτινοβολίας και τις καιρικές συνθήκες. Επίσης, ανάλογα με τις πηγές που μπορεί να υπάρχουν στην περιοχή, άλλοι εξωτερικοί ρύποι περιλαμβάνουν NH_3, H_2S, HCl. Τα χημικά φίλτρα, για παράδειγμα, φίλτρα ενεργού άνθρακα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση των οσμών που προκαλούνται από τους ρύπους αυτούς.

- Θερμοστάτες λειτουργίας. Καταγράφονται οι θερμοστάτες που ελέγχουν την λειτουργία της ΚΚΜ, όπως παροχής ψυκτικού μέσου, επιστροφής ψυκτικού μέσου, παροχής θερμικού μέσου, επιστροφής θερμικού μέσου, προσαγωγής, επιστροφής, απόρριψης, νωπού αέρα, κιβωτίου μίξης, παροχής αέρα, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

4.1.8.2. Πίνακας 8.2 – Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης ΚΚΜ

Η υφιστάμενη κατάσταση της ΚΚΜ αρχικά εκτιμάται από τα στοιχεία που βρίσκονται στο ημερολόγιο της ΚΚΜ το οποίο περιλαμβάνει εγχειρίδια με:

- Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης ΚΚΜ,
- Αρχείο φύλλων συντήρησης και ρύθμισης λειτουργίας ΚΚΜ

Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των ανωτέρω εγχειριδίων και στοιχείων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Κατά την οπτική επιθεώρηση, ανάλογα με την περίοδο που θα γίνει η επιθεώρηση, ελέγχονται και καταγράφονται, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου :

- Εύκολη πρόσβαση στην ΚΚΜ η οποία διαθέτει πόρτες ελέγχου, για να είναι δυνατή η επίσκεψη του εσωτερικού της μονάδας σε περιόδους συντήρησης
- Επικαθήσεις επί της ΚΚΜ
- Τακτική συντήρηση ΚΚΜ (καθαρισμός ΚΚΜ, αλλαγή φίλτρων κ.ά.)
- Διαβρώσεις επί της ΚΚΜ
- Φθορές στο κέλυφος της ΚΚΜ
- Αεροστεγανότητα κελύφους ΚΚΜ έτσι ώστε να περιορίζονται οι απώλειες κλιματισμένου αέρα
- Επαρκής θερμομόνωση ΚΚΜ, για παράδειγμα, τοιχώματα τύπου sandwich με θερμομόνωση για την μείωση των θερμικών απωλειών
- Επαρκής θερμομόνωση αγωγών προσαγωγής και επιστροφής αέρα για την μείωση των θερμικών απωλειών
- Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου
- Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων από την αφύγρανση του αέρα και την συμπύκνωση των υδρατμών στο ψυκτικό στοιχείο τα οποία συγκεντρώνονται σε μία λεκάνη στη βάση του κιβωτίου και λόγω κακής ρύσης ή έλλειψης εξωτερικού σωλήνα δεν απομακρύνονται προς την αποχέτευση
- Επαρκής λειτουργία βαλβίδων παροχής / επιστροφής ψυκτικού/θερμικού μέσου
- Επαρκής λειτουργία βαλβίδων του συστήματος ύγρανσης
- Διαρροή κλιματιζόμενου αέρα ΚΚΜ
- Σωστή λειτουργία ανεμιστήρα χωρίς θόρυβο
- Σωστή τοποθέτηση στομίων αναρρόφησης νωπού αέρα
- Τακτικός καθαρισμός εναλλάκτη ΚΚΜ
- Σωστή υδραυλική σύνδεση με το δίκτυο (εξισορρόπηση)
- Επικαθήσεις στα στόμια προσαγωγής κλιματιζόμενου αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους
- Επικαθήσεις στα στόμια απαγωγής κλιματιζόμενου αέρα από τους κλιματιζόμενους χώρους

Από τα διαθέσιμα στοιχεία του ημερολογίου, και την οπτική επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να διαπιστώσει την εφαρμογή επαρκούς συντήρησης της μονάδας και λειτουργικών προβλημάτων.

4.1.8.3. Πίνακας 8.3 – Συστήματα Μηχανικού Αερισμού / Εξαερισμού

Σε περιοχές όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν επιτρέπουν τη χρήση του φυσικού αερισμού, για παράδειγμα, λόγω αυξημένης ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είτε λόγω της χρήσης εσωτερικών τερματικών μονάδων ρύθμισης της θερμοκρασίας (πχ μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου - fan coils), η ανανέωση του εσωτερικού αέρα γίνεται με μηχανικά μέσα. Ο εξωτερικός (νωπός) αέρας κυκλοφορεί με την βοήθεια ανεμιστήρων, χωρίς κλιματισμό ή προκλιματισμό. Η προσαγωγή του εξωτερικού αέρα

γίνεται μέσω δικτύου αεραγωγών που μεταφέρουν τον νωπό αέρα στους εσωτερικούς χώρους, αφού πρώτα τον φιλτράρουν ή/και δημιουργώντας μια διαφορά πίεσης με την απαγωγή του εσωτερικού αέρα (εξαερισμός).



Εάν η προσαγωγή του εξωτερικού αέρα γίνεται αφού ρυθμιστεί η θερμοκρασία, και πιθανώς η υγρασία του αέρα, ή εγκατάσταση εξαερισμού επιστρέφει στην ΚΚΜ, τότε καταγράφονται τα απαιτούμενα στοιχεία στον Πίνακα 8.

- α/α Ανεμιστήρα. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του ανεμιστήρα.
- Χρήση. Καταγράφεται η χρήση του ανεμιστήρα για προσαγωγή νωπού αέρα ή για απαγωγή εσωτερικού αέρα.
- Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός του ανεμιστήρα όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.
- Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης. Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας του ανεμιστήρα.
- Χαρακτηριστικά μεγέθη. Καταγράφονται τα ονομαστικά χαρακτηριστικά μεγέθη του ανεμιστήρα: ισχύς (kW), ένταση ρεύματος (A), αριθμό στροφών ανά λεπτό (rpm) και καταγράφεται αν υπάρχει ρυθμιστής στροφών (inverter), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Ρυθμιστής στροφών (inverter). Καταγράφεται η ύπαρξη ρυθμιστή στροφών στους ανεμιστήρες αερισμού, για τον έλεγχο των μερικών φορτίων.

Συνθήκες λειτουργίας. Καταγράφονται οι συνθήκες λειτουργίας, υπό συνθήκες πλήρους και μερικού φορτίου, για την παροχή αέρα (m^3/h), την ειδική κατανάλωση αέρα ($kW.sec/m^3$) και την πτώση πίεσης αέρα στο δίκτυο (Pa).

4.1.8.4. Πίνακας 8.4 – Μετρήσεις Τεχνικών Χαρακτηριστικών ΚΚΜ και Συστήματος Αερισμού

Καταγράφονται, εάν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις από τον τεχνικό υπεύθυνο και τεχνικά χαρακτηριστικά της ΚΚΜ ή/και του συστήματος αερισμού, όπως η ελάχιστη και μέγιστη τιμή για την:

- Πτώση πίεσης στα φίλτρα νωπού αέρα (Pa).
- Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα προσαγωγής και επιστροφής (Pa)
- Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) νωπού αέρα (%)
- Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) προσαγωγής αέρα (%)
- Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) επιστροφής αέρα (%)
- Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) νωπού αέρα (%)
- Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) ανεμιστήρα (%), καθώς και η
- Παροχή του θερμού και ψυχρού ψυκτικού μέσου (m^3/s)

μπορούν να συμβάλουν στην καλύτερη αξιολόγηση των συνθηκών λειτουργίας και τον προσδιορισμό της απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας (%). Για παράδειγμα, η πτώση πίεσης προκαλείται από την συγκέντρωση σωματιδίων, σκόνη και άλλα που μεταφέρονται από τον αέρα.

4.1.8.5. Πίνακας 8.5 – Άλλες Τερματικές Μονάδες

Η απόδοση θερμότητας ή ψύξης στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των ΤΜ. Για παράδειγμα, το κρύο νερό που παράγεται από ένα ψύκτη τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά σαν fan coils).

- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος των ΤΜ: μονάδα ανεμιστήρα στοιχείου (fan coils) οροφής ή δαπέδου, ενδοτοίχιο σύστημα, ενδοδαπέδιο σύστημα, ψυχόμενη οροφή, Fan coils, Άλλο (προσδιορίζεται).
- Αριθμός: Καταγράφεται ο συνολικός αριθμός ΤΜ με τα ίδια χαρακτηριστικά.
- α/α Ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης που καλύπτουν οι ΤΜ.
- Τελική Χρήση, ανάλογα εάν η μονάδα λειτουργεί για ψύξη χώρων ή και θέρμανσης χώρων (πχ με αντλίες θερμότητας), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Εταιρεία κατασκευής, τύπος (μοντέλο) και σειριακός αριθμός της μονάδας όπως αναγράφονται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει.
- Έτος κατασκευής και έτος εγκατάστασης. Ο χρόνος εγκατάστασης προσδιορίζει τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας της μονάδας.
- Ονομαστική ισχύ της μονάδας (kW), όπως αναγράφεται στη σήμανση του κατασκευαστή, εάν υπάρχει, για την απορροφούμενη ηλεκτρική και αποδιδόμενη ψυκτική και θερμική (πχ για τις αντλίες θερμότητας) .
- Ώρες λειτουργίας (h) που εκτιμάται ότι λειτουργεί η μονάδα κατά την θερινή και χειμερινή περίοδο.
- Ψυκτικό / Θερμικό μέσο. Καταγράφεται η παροχή (m^3/h) και η θερμοκρασία προσαγωγής και επιστροφής (^oC) του ψυκτικού και θερμικού μέσου που χρησιμοποιείται.
- Κυκλοφορία αέρα (m^3/h). Καταγράφεται, για παράδειγμα σε περιπτώσεις με μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coils), η κυκλοφορία του αέρα στις διαφορετικές ταχύτητες λειτουργίας της μονάδας.
- Θερμοκρασία παρεχόμενου αέρα (^oC). Καταγράφεται η θερμοκρασία του αέρα στην έξοδο της μονάδας κατά την περίοδο λειτουργίας για ψύξη / θέρμανση.

4.1.8.6. Πίνακας 8.6 – Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης ΤΜ

Η υφιστάμενη κατάσταση των ΤΜ αρχικά εκτιμάται από τα στοιχεία που βρίσκονται στο ημερολόγιο των ΤΜ το οποίο περιλαμβάνει εγχειρίδια με:

- Οδηγίες λειτουργίας & συντήρησης,
- Αρχείο φύλλων συντήρησης και ρύθμισης λειτουργίας

Καταγράφεται η διαθεσιμότητα των ανωτέρω εγχειριδίων και στοιχείων, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Κατά την οπτική επιθεώρηση, ανάλογα με την περίοδο που θα γίνει η επιθεώρηση, ελέγχονται και καταγράφονται, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου :

- Τακτικός καθαρισμός και συντήρηση
- Τακτικός καθαρισμός/αλλαγή φίλτρων (εφόσον υπάρχουν)
- Διαβρώσεις και φθορές στο εξωτερικό κέλυφος της μονάδας παραγωγής ψύξης
- Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου
- Φθορές στα στοιχεία των εναλλακτών ψύξης ή/και θερμότητας
- Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων από την υγροποίηση των υδρατμών του αέρα πάνω στα στοιχεία του εναλλάκτη (εξατμιστή)

- Σωστή θέση εγκατάστασης
- Εμπόδια γύρω από τις μονάδες. Περιορίζουν την ψυκτική απόδοση των ΤΜ
- Επαρκής λειτουργία ανεμιστήρα (εφόσον υπάρχει)

Από τα διαθέσιμα στοιχεία και την οπτική επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να διαπιστώσει την εφαρμογή επαρκούς συντήρησης της ΤΜ και λειτουργικών προβλημάτων.

4.1.8.7. Πίνακας 8.7 – Βοηθητικές Μονάδες Διανομής Θερμικής & Ψυκτικής Ενέργειας

Ο κυκλοφορητής ή η αντλία, είναι απαραίτητοι για την κυκλοφορία του ρευστού μέσα στο δίκτυο διανομής θερμότητας και ψύξης. Συνήθως τοποθετείται στην προσαγωγή, αλλά μπορεί να τοποθετηθεί και στην επιστροφή του ρευστού στην μονάδα παραγωγής. Η επιλογή του γίνεται με τον υπολογισμό της απαιτούμενης παροχής και το μανομετρικό ύψος, τα οποία συνδυάζονται στις καμπύλες απόδοσής τους. Καταγράφονται επίσης αντλίες ή ανεμιστήρες οι οποίες εξυπηρετούν υδρόψυκτα μηχανήματα σε συνδυασμό με τους πύργους ψύξης.

Οι κινητήρες έχουν συγκεκριμένα ονομαστικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την παροχή, την πτώση πίεσης, την μηχανική ισχύ που αποδίδει και την ηλεκτρική ισχύ που απαιτείται για τη λειτουργία του, τον βαθμό απόδοσης και τον θόρυβο που προκαλεί με την λειτουργία του. Ο κινητήρας μπορεί να έχει μεταβαλλόμενη συχνότητα λειτουργίας προσαρμόζοντας τις στροφές του, και συνεπώς την παροχή αέρα, μέσω ενός ρυθμιστή στροφών (inverter) στις πραγματικές απαιτήσεις της εγκατάστασης. Για παράδειγμα, για ένα ανεμιστήρα, με τον τρόπο αυτό μπορεί παράλληλα να ρυθμιστεί και η μεταβολή της πίεσης του αέρα, στην περίπτωση πτώσης πίεσης λόγω αύξησης της αντίστασης των φίλτρων από την συγκράτηση ρύπων. Όταν οι χώροι που εξυπηρετεί μια εγκατάσταση, βρίσκονται σε μερική χρήση ή δεν υπάρχει παρουσία ατόμων στους χώρους, η προσαγωγή αέρα μπορεί να ρυθμιστεί σε χαμηλότερα επίπεδα, όπως για παράδειγμα στο 30% της πλήρους λειτουργίας. Αντίστοιχα ρυθμίζεται και ο ανεμιστήρας που χρησιμοποιείται για την απαγωγή του εσωτερικού αέρα. Η μανομετρική πίεση ενός ανεμιστήρα επιστροφής (απαγωγής αέρα) κυμαίνεται περίπου στα 60 mm H_2O. Η χρήση ρυθμιστή στροφών (inverter) στους ανεμιστήρες έχει σαν αποτέλεσμα την σημαντική μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία τους.

- α/α Ζώνης. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός της θερμικής ζώνης.
- Τύπος. Καταγράφεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων: αντλία, κυκλοφορητής, ανεμιστήρας, άλλο (προσδιορίζεται).
- Περιγραφή δικτύου. Καταγράφεται μια σύντομη περιγραφή του δικτύου διανομής.
- Αριθμός. Καταγράφεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.
- Ισχύς (kW). Καταγράφεται η συνολική ονομαστική ισχύς των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.
- Συντελεστής βαρύτητας. Καταγράφεται η κατάσταση των βοηθητικών μονάδων (αποδοτική, μέτρια, κακή), λαμβάνοντας υπόψη την αποδοτική λειτουργία τους ανάλογα με την διακύμανση του φορτίου (π.χ. ρυθμιστή στροφών, νυχτερινή ρύθμιση, ρυθμιστής πίεσης κτλ.) και την επαρκή συντήρηση. Σε περίπτωση που υπάρχει ρύθμιση της λειτουργία της μονάδας, η τιμή του συντελεστή βαρύτητας είναι μικρότερη του 1.0, αλλιώς ισούται με 1.0. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (κακή, μέτρια, καλή-αποδοτική) βασίζεται στα εξής:
- Μηνιαίες ώρες λειτουργίας (h). Καταγράφεται ο μέσος μηνιαίος χρόνος λειτουργίας των βοηθητικών μονάδων.

Απόδοση δικτύου διανομής (%). Καταγράφεται η μέση απόδοση θερμικών απωλειών λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση της θερμομόνωσης των δικτύων διανομής θερμικής και ψυκτικής ενέργειας. Εάν τα δίκτυα διανομής είναι τα ίδια, τότε καταγράφονται οι ίδιες τιμές.

4.1.9. Πίνακας 9 – Χαρακτηριστικά Συστημάτων Ελέγχου

Ο έλεγχος λειτουργίας της μονάδας παραγωγής, αλλά και διανομής και απόδοσης των επιμέρους κλάδων της εγκατάστασης κλιματισμού, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου.

- α/α Συστήματος. Καταγράφεται ο αύξων αριθμός του συστήματος κλιματισμού.
- Κεντρικό σύστημα ελέγχου – ρύθμισης. Η λειτουργία του κλιματισμού σε κτίρια που δεν υπάρχει αυτονομία, έχει περιοδική λειτουργία που συνήθως ελέγχεται από έναν απλό 24ωρο χρονοδιακόπτη (ωρολογιακό ελεγκτή με πρόγραμμα λειτουργίας αφής/σβέσης (on/off). Ο ρυθμιστής αντιστάθμισης είναι το σύστημα που ρυθμίζει αυτόματα την θερμοκρασία του προσαγόμενου ρευστού στις ΤΜ σε συνάρτηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της επιθυμητής θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων. Σε μεγάλα κτίρια, οι απαιτήσεις και οι ρυθμίσεις είναι συνήθως πιο σύνθετες, ιδίως όταν απαιτούνται διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες ανάλογα με τη χρήση των χώρων ή λειτουργούν με διαφορετικά ωράρια. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται BEMS που ελέγχουν πλήρως την λειτουργία της εγκατάστασης κλιματισμού και επιπλέον πολλών άλλων παραμέτρων και συστημάτων (πχ έλεγχος λειτουργίας του αερισμού, φωτισμού κ.τ.λ.). Η ρύθμιση και ο έλεγχος της λειτουργίας μπορεί να γίνει εύκολα από ένα κεντρικό σημείο ελέγχου, σε διαφορετικές ζώνες ανάλογα με τις απαιτήσεις.
- Σύστημα ελέγχου – ρύθμισης επιμέρους κλάδων δικτύου κλιματισμού. Η λειτουργία του συστήματος κλιματισμού πρέπει να ελέγχεται σε συνάρτηση με εσωτερικούς θερμοστάτες χώρων (ηλεκτρομηχανικός, ηλεκτρονικός, ψηφιακός), έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση ή η υπερβολική μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας για ψύξη, αλλά και παράλληλη χρήση θερμοστατών αντιστάθμισης εξωτερικών χώρων. Οι εσωτερικοί θερμοστάτες χώρου, χρησιμοποιούνται σε κεντρικές εγκαταστάσεις, προσφέροντας παράλληλα αυτονομία λειτουργίας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι. Με τους απλούς χειροκίνητους θερμοστάτες ελέγχεται η επιθυμητή θερμοκρασία που καθορίζει την λειτουργία του συγκεκριμένου κυκλώματος κλιματισμού. Για μεγαλύτερη ευελιξία στη ρύθμιση της λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης, χρησιμοποιούνται προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες (πχ για διάφορες περιόδους της ημέρας και της εβδομάδας). Οι ηλεκτρομηχανολογικοί θερμοστάτες συνήθως έχουν υψηλότερη ακρίβεια από τους ψηφιακούς.
- Σύστημα ελέγχου – με θερμοστάτη για κάθε χώρο ή θερμική ζώνη. Οι ίδιες διατάξεις θερμοστατών εφαρμόζονται και σε επίπεδο θερμικής ζώνης ή επιμέρους χώρων. Για να είναι ενεργειακά αποδοτικές τέτοιου είδους διατάξεις, θα πρέπει και το δίκτυο διανομής καθώς και οι τερματικές μονάδες να ελέγχονται ξεχωριστά, ώστε να εφαρμόζεται διακοπτόμενη λειτουργία ανά χώρο.

Προσδιορίζονται τα δεδομένα για τη σωστή λειτουργία του συστήματος ελέγχου. Συγκεκριμένα καταγράφονται, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου για την:

- Σωστή θέση του θερμοστάτη στις θερμικές ζώνες του κτιρίου, ανάλογα με τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες και τα πιθανά ηλιακά ή άλλα εσωτερικά θερμικά κέρδη, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- Σωστή ρύθμιση του θερμοστάτη στην επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Ύπαρξη ρυθμιστικών βανών σε όλες τις ΤΜ, για την ρύθμιση της κυκλοφορίας του θερμοαπαγωγού μέσου ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία και τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες και τα πιθανά ηλιακά ή άλλα εσωτερικά θερμικά κέρδη, προσδιορίζοντας εάν είναι τρίοδες, αναλογικές ή αφής/σβέσης (on/off), επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- Ύπαρξη οδηγιών λειτουργίας για τα επιμέρους συστήματα ελέγχου.

4.1.10. Πίνακας 10 - Τελική Διάγνωση

Καταγράφεται η σωστή λειτουργία της εγκατάστασης κλιματισμού, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων και του εξοπλισμού, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση των συστημάτων. Ο χαρακτηρισμός ανά περίπτωση (κακή, μέτρια, καλή, πολύ καλή) βασίζεται στα εξής:

Χαρακτηρισμός συνολικής εγκατάστασης: Αφορά την ικανότητα της εγκατάστασης να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη ή θέρμανση. Η απόδοση ελέγχεται από την θερμοκρασία παροχής και επιστροφή του ψυκτικού ή θερμικού μέσου.	
Κακή	Η ψυκτική ή θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μικρότερη από το 50% της ονομαστικής ισχύος.
Μέτρια	Η ψυκτική ή θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεταξύ του 50 και 60% της ονομαστικής ισχύος.
Καλή	Η ψυκτική ή θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεταξύ του 60 και 80% της ονομαστικής ισχύος.
Πολύ καλή	Η ψυκτική ή θερμική ικανότητα των μονάδων παραγωγής είναι μεγαλύτερη ή ίση του 80% της ονομαστικής ισχύος.

Χαρακτηρισμός εξοπλισμού εγκατάστασης: Αφορά την επάρκεια του εξοπλισμού για την σωστή και αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης κλιματισμού.	
Κακή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης κλιματισμού δεν περιλαμβάνει τα περισσότερα από τα βασικά στοιχεία όπως: ρυθμιστικές βάνες στα δίκτυα διανομής, φίλτρα στις μονάδες αερισμού, τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επιμέρους εξοπλισμού, καθόλου θερμομόνωση σε όλα τα τμήματα του δικτύου διανομής και αεραγωγών. Επίσης υπάρχουν πολλά στοιχεία του εξοπλισμού που είναι εκτός λειτουργίας. Κακή λειτουργία και συμβατότητα λειτουργίας του εξοπλισμού. Μηδενική συντήρηση και συστηματική αντικατάσταση του αναλώσιμου εξοπλισμού (π.χ. φίλτρα, φλάντζες). Εξοπλισμός εγκατάστασης χωρίς σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές.
Μέτρια	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης κλιματισμού δεν περιλαμβάνει αρκετά βασικά στοιχεία όπως: φίλτρα στις μονάδες αερισμού, τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επιμέρους εξοπλισμού, επαρκή θερμομόνωση σε όλα τα τμήματα του δικτύου διανομής και αεραγωγών. Ανεπαρκής συντήρηση της εγκατάστασης κλιματισμού. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση, αλλά χωρίς τεχνικές προδιαγραφές.
Καλή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης κλιματισμού δεν περιλαμβάνει μερικά βασικά στοιχεία όπως: τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου λειτουργίας του επιμέρους εξοπλισμού, προκειμένου να διασφαλίζεται η ενεργειακά αποδοτική λειτουργία των εγκαταστάσεων κλιματισμού. Επαρκής και συστηματική συντήρηση της εγκατάστασης. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές.
Πολύ καλή	Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης κλιματισμού είναι πλήρης και περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία νέας τεχνολογίας με όλες τις δυνατές διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου. Εφαρμόζεται συστηματική συντήρηση της εγκατάστασης κλιματισμού και άμεση αποκατάσταση των βλαβών και φθορών που παρουσιάζονται. Υπάρχει ενεργειακός υπεύθυνος που παρακολουθεί και ρυθμίζει κατά περίπτωση την λειτουργία της εγκατάστασης. Υπάρχουν συστήματα εφεδρείας για εναλλακτική λειτουργία σε περίπτωση συστηματικής συντήρησης. Εξοπλισμός εγκατάστασης με σήμανση και τεχνικές προδιαγραφές υψηλής απόδοσης.

Χαρακτηρισμός λειτουργίας εγκατάστασης: Αφορά την επαρκή λειτουργία των συστημάτων κλιματισμού.	
Κακή	Η εγκατάσταση κλιματισμού καλύπτει τις ανάγκες για κλιματισμό του κτιρίου σε ποσοστό μικρότερο από το 50%. Οι χώροι του κτιρίου δεν πληρούν τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (κρύο τον χειμώνα και ζέστη το καλοκαίρι) στο μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου λειτουργίας τους.
Μέτρια	Η εγκατάσταση κλιματισμού καλύπτει τις ανάγκες για κλιματισμό του κτιρίου σε ποσοστό από 50% έως 60%. Οι χώροι του κτιρίου δεν πληρούν επαρκώς τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και κυρίως για τις δυσμενείς συνθήκες της χειμερινής ή θερινής περιόδου.
Καλή	Η εγκατάσταση κλιματισμού καλύπτει τις ανάγκες για κλιματισμό του κτιρίου σε ποσοστό από 60% έως 80%. Οι χώροι του κτιρίου πληρούν σχεδόν επαρκώς τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας για το μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου λειτουργίας της εγκατάστασης για την χειμερινή ή θερινή περίοδο.
Πολύ καλή	Η εγκατάσταση κλιματισμού καλύπτει τις ανάγκες για κλιματισμό του κτιρίου σε ποσοστό πάνω από το 80%. Οι χώροι του κτιρίου πληρούν επαρκώς όλες τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας για στο σύνολο του χρόνου λειτουργίας της εγκατάστασης ακόμα και στις πιο δυσμενείς συνθήκες της χειμερινής ή θερινής περιόδου.

Χαρακτηρισμός συντήρησης εγκατάστασης: Αφορά τη συντήρηση της εγκατάστασης	
Κακή	Το σύστημα δεν έχει συντηρηθεί την τελευταία πενταετία. Υπάρχουν πολλές φθορές και εξοπλισμός εκτός λειτουργίας.
Μέτρια	Το σύστημα συντηρείται πλημμελώς και όχι σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται μερική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.
Καλή	Το σύστημα συντηρείται ικανοποιητικά αλλά όχι σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται συστηματική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.
Πολύ καλή	Το σύστημα συντηρείται ικανοποιητικά, τακτικά και σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Εφαρμόζεται συστηματική αντικατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που υπόκειται σε φθορές ή βλάβη.

Χαρακτηρισμός της συνολικής ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης: Αφορά τη συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού λαμβάνονται υπόψη τις επιμέρους διαγνώσεις.	
Κακή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως κακή.
Μέτρια	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως μέτρια.
Καλή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως καλή.
Πολύ καλή	Όταν η τελική διάγνωση για την εγκατάσταση, εξοπλισμό, λειτουργία και συντήρηση, χαρακτηρίζεται ως πολύ καλή.

4.1.11. Πίνακας 11 - Διαπιστώσεις / Υποδείξεις

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, τα αποτελέσματα της επιθεώρησης και την ανάλυση των στοιχείων ο Ενεργειακός Επιθεωρητής κάνει ενδεικτικές συστάσεις για τη μείωση των ψυκτικών και θερμικών φορτίων μέσω του κτιριακού κελύφους, βελτίωση των ψυκτικών μονάδων, του κλιματισμού αέρα, ενεργειακή διαχείρισης, και ενσωμάτωσης ΑΠΕ. Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται ενδεικτικές συστάσεις / υποδείξεις τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει ο Ενεργειακός Επιθεωρητής ως βοήθημα, προκειμένου να συνοψίσει τις διαπιστώσεις και τις υποδείξεις που προέκυψαν από την επιθεώρηση.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής επιλέγει και ιεραρχεί τις κατάλληλες – κατά περίπτωση και κατά την κρίση του - συστάσεις ή συμπληρώνει τις δικές του, που τελικά θα συνοδεύουν το Έντυπο

Επιθεώρησης. Επισημαίνεται ότι η εφαρμογή όλων των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να γίνεται πριν την αντικατάσταση τμημάτων του εξοπλισμού ή/και της εγκατάστασης. Η σειρά της παρουσίασης των συστάσεων του καταλόγου είναι ενδεικτική.

Ενδεικτικές Συστάσεις για τη Μείωση των Ψυκτικών Φορτίων Μέσω του Κτιριακού Κελύφους

- ☐ Χρησιμοποιείστε υφιστάμενα σκίαστρα όπως: παντζούρια/ ρολά, περσίδες, σκίαστρα, κουρτίνες για τον περιορισμό των ηλιακών κερδών κατά τη θερινή περίοδο.
- ☐ Εγκαταστήστε εξωτερικά συστήματα ηλιοπροστασίας σε προσανατολισμούς με μεγάλη θερμική επιβάρυνση λόγω ηλιασμού (πχ Ν/ΝΑ/ΝΔ). Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης (στέγαστρα ή περσίδες ή παντζούρια/ρολά ή τέντες, σταθερά ή κινητά, συμπαγή ή διάτρητα, κάθετα ή οριζόντια κ.ά.) θα πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να μην εμποδίζεται ο χειμερινός ηλιασμός.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα τοποθέτησης φιλμ ηλιοπροστασίας στα νότια και δυτικά υαλοστάσια που δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία κατά τη θερινή περίοδο, σε περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η τοποθέτηση εξωτερικών συστημάτων ηλιοπροστασίας.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα φύτευσης της οροφής, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή σε θέματα στεγάνωσης, αποστράγγισης και στατικής επάρκειας του κτιρίου. Η εφαρμογή του σε αμόνωτα δώματα συνεισφέρει σημαντικά στον περιορισμό των θερμικών απωλειών.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα προστασίας των όψεων με φύτευση, κατά προτίμηση με κατασκευαστικό σύστημα τέτοιο ώστε τα φυτά να μην αναπτύσσονται σε άμεση επαφή με το εξωτερικό επίχρισμα.
- ☐ Εξετάστε την εφαρμογή ανακλαστικών βαφών στις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου, ιδιαίτερα σε όψεις με σκουρόχρωμες βαφές. Οι ανοιχτόχρωμες βαφές διαθέτουν υψηλή ανακλαστικότητα.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο διαμπερούς αερισμού, το καλοκαίρι, με στόχο το φυσικό δροσισμό, με την εξασφάλιση ροής του αέρα μέσα στο εσωτερικό του κτιρίου ανοίγοντας παράθυρα, θυρίδες αερισμού, φεγγίτες, ανοίγματα οροφής.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο δροσισμού του κτιρίου, μέσω συστήματος νυχτερινού αερισμού.
- ☐ Βοηθήστε την κατακόρυφη ροή του αέρα μέσω κλιμακοστασίων, αίθριων, φωταγωγών κ.ά.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο να τροποποιηθούν υπάρχοντες φωταγωγοί, κλιμακοστάσια και, γενικά, κατακόρυφα στοιχεία καθ' όλο το ύψος του κτιρίου, σε συστήματα κατακόρυφου αερισμού (ηλιακές καμινάδες κ.ά.).
- ☐ Εγκαταστήστε ανεμιστήρες οροφής, για την βελτίωση της θερμικής άνεσης των χώρων και τον περιορισμό των ψυκτικών φορτίων.

Ενδεικτικές Συστάσεις για τη Μείωση των Θερμικών Απωλειών Μέσω του Κτιριακού Κελύφους

- ☐ Αεροστεγανώστε τα κουφώματα με την τοποθέτηση ειδικών ταινιών.
- ☐ Αντικαταστήστε τα κουφώματα (πλαίσια και υαλοπίνακες) με νέα διπλού υαλοπίνακα και θερμομονωμένου πλαισίου, με πιστοποίηση.
- ☐ Αντικαταστήστε τους μονούς υαλοπίνακες με διπλούς, πιστοποιημένους, υψηλής ενεργειακής απόδοσης.
- ☐ Προτιμήστε ανοιγόμενα, αντί για συρόμενα ή επάλληλα κουφώματα, όπου είναι δυνατό.
- ☐ Εντοπίστε και περιορίστε τις θερμογέφυρες στο κτιριακό κέλυφος και κυρίως των κουφωμάτων.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα προσθήκης, αντικατάστασης ή βελτίωσης της θερμομόνωσης της οροφής.
- ☐ Ενισχύστε τη θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων. Σε περιπτώσεις όπου η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης δεν είναι δυνατή, επιλέξτε τη λύση εσωτερικής θερμομόνωσης.
- ☐ Τοποθετήστε θερμομόνωση σε κατακόρυφες επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος.
- ☐ Τοποθετήστε θερμομόνωση σε εσωτερικές κατακόρυφες επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους (η θερμομόνωση τοποθετείται στην παρειά της τοιχοποιίας προς το μη θερμαινόμενο χώρο).
- ☐ Τοποθετήστε θερμομόνωση σε εσωτερικές οριζόντιες επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους.
- ☐ Εξετάστε την αντικατάσταση των παλαιών θυρών προς τους εξωτερικούς χώρους, με νέες χαμηλότερης θερμοπερατότητας.
- ☐ Βελτιώστε τη θερμική προστασία των ανοιγμάτων με παντζούρια. Εξετάστε τη δυνατότητα τοποθέτησης θερμομονωτικών ρολών.
- ☐ Επισκευάστε τις τυχόν υφιστάμενες ρωγμές για τη βελτίωση της αεροστεγανότητας του κελύφους.

Ενδεικτικές Συστάσεις για το Σύστημα Ψύξης

- ☐ Προμηθευτείτε πιστοποιημένο εξοπλισμό (με ενεργειακή σήμανση) υψηλής ενεργειακής απόδοσης.
- ☐ Αξιολογείστε τη δυνατότητα μείωσης των ψυκτικών φορτίων πριν προχωρήσετε στην επαναδιαστασιολόγηση και αντικατάσταση του ψύκτη.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα κατανομής του φορτίου σε περισσότερους του ενός ψύκτες. Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης πολυβάθμιων μονάδων.
- ☐ Ελέγξτε τη δυνατότητα βελτίωσης της λειτουργίας του κεντρικού ψύκτη και του ελέγχου της ψύξης.
- ☐ Αντικαταστήστε ή αναβαθμίστε τον εξοπλισμό για ψύξη που υπάρχουν στις εγκαταστάσεις.
- ☐ Χρησιμοποιείστε παρακείμενες φυσικές πηγές νερού για τον κύκλο συμπύκνωσης (θάλασσα, ποταμοί, λίμνες, υδροφόρος ορίζοντας).
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο εφαρμογής μονάδων απορρόφησης/προσρόφησης σε συνδυασμό με ΣΗΘ (τριπαραγωγή) ή ηλιακής ενέργειας (ηλιακή ψύξη), ή τηλεθέρμανσης.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα αντικατάστασης του ψύκτη σε περίπτωση που η ισχύς του υπερβαίνει τα απαιτούμενα ψυκτικά φορτία (υπερδιαστασιολόγηση).
- ☐ Εξετάστε την εφαρμογή φυσικής ψύξης μέσω εξάτμισης εφόσον οι κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία) είναι κατάλληλες.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο χρήσης εφαρμογών αποθήκευσης ψύξης (κρύο νερό, πάγος, εύτηκτα άλατα), κοινώς δεξαμενές θερμικής αδράνειας.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο ανάκτησης θερμότητας στο συμπυκνωτή.
- ☐ Μειώστε την ισχύ του συμπιεστή ή εγκαταστήστε έναν μικρότερο συμπιεστή.
- ☐ Θέστε εκτός λειτουργίας τον ψύκτη, όταν αυτός δεν χρειάζεται.
- ☐ Βάλτε σε διαδοχική λειτουργία τις πολλαπλές μονάδες.
- ☐ Λειτουργείστε τους ψύκτες ή τους συμπιεστές σε σειρά ή παράλληλα.
- ☐ Διατηρήστε κατάλληλη συχνότητα έναρξης και χρόνο λειτουργίας των ψυκτών.
- ☐ Καθαρίζετε περιοδικά το σύστημα ατμοποίησης (εξάτμισης).
- ☐ Καθαρίστε και συντηρήστε τα κυκλώματα του πύργου ψύξης και των επιφανειών του εναλλάκτη θερμότητας.

Ενδεικτικές Συστάσεις για τον Κλιματισμό του Αέρα, την Ανάκτηση Θερμότητας και την Διανομή του Αέρα

- ☐ Μειώστε την ισχύ του κινητήρα του ανεμιστήρα, εφ΄ όσον είναι δυνατό.
- ☐ Εξετάστε την εφαρμογή συστημάτων ανοιχτού κύκλου με στερεά και υγρά αφυγραντικά μέσα.
- ☐ Εφαρμόστε έλεγχο μεταβλητής ροής (inverter) για τους ανεμιστήρες.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο μετατροπής της ΚΚΜ σε μονάδα μεταβλητής ροής αέρα (VAV).
- ☐ Απορρίψτε τον κλιματισμένο αέρα μέσα από τους συμπυκνωτές και τους πύργους ψύξης.
- ☐ Εφαρμόστε ανάκτηση θερμότητας από τον αέρα που απορρίπτεται.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο να εφαρμόσετε αερισμό με βάση τη ζήτηση.
- ☐ Επισκευάστε ή αντικαταστήστε τους αγωγούς, εφ΄ όσον έχουν διαρροή.
- ☐ Τροποποιείστε το δίκτυο των αγωγών για την μείωση των απωλειών
- ☐ Εγκαταστήστε διάφραγμα που λειτουργεί με υποπίεση ή υπερπίεση στο σύστημα απαγωγής αέρα.

Ενδεικτικές Συστάσεις για τη Διαχείριση και τη Διανομή του Αέρα-Νερού

- ☐ Τροποποιείστε το δίκτυο των αγωγών για την μείωση των απωλειών λόγω πτώσης πίεσης.
- ☐ Εγκαταστήστε αντλητικό σύστημα μεταβλητών στροφών (inverter).
- ☐ Εξετάστε τη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα προσαγωγής (συστήματα αέρα- αέρα και αέρα-νερού).
- ☐ Εφαρμόστε νυχτερινό αερισμό, όταν είναι ενεργειακά αποδοτικός.
- ☐ Διακόψτε τη λειτουργία των κυκλοφορητών - κινητήρων όταν δεν χρειάζονται.
- ☐ Αντικαταστήστε τα διαφράγματα μίξης αέρα.
- ☐ Προσαρμόστε κατάλληλα τους ιμάντες των ανεμιστήρων fan belts (ΚΚΜ, αποκεντρωμένα συστήματα).
- ☐ Περιορίστε τις διαφυγές αέρα (ΚΚΜ, αποκεντρωμένα συστήματα).
- ☐ Προσαρμόστε / εξισορροπήστε το σύστημα αερισμού.
- ☐ Μειώστε την ταχύτητα ροής αέρα ώστε να ικανοποιούνται οι πραγματικές ανάγκες.
- ☐ Μειώστε τις απώλειες του αέρα στους αγωγούς.
- ☐ Καθαρίστε τα πτερύγια των ανεμιστήρων.

- ☐ Καθαρίζετε ή αντικαθιστάτε τα φίλτρα τακτικά.
- ☐ Διορθώστε / βελτιώστε τη μόνωση στους αγωγούς, τους σωλήνες και τα δοχεία αδρανείας.
- ☐ Εξετάστε την πιθανότητα να αυξήσετε την θερμοκρασιακή διαφορά εισόδου-εξόδου και να μειώσετε την ταχύτητα ροής για την μείωση της ισχύος που χρειάζεται για άντληση.
- ☐ Εξισορροπήστε το υδραυλικό σύστημα διανομής.
- ☐ Εξαερώνετε το υδραυλικό σύστημα διανομής.
- ☐ Διατηρείτε το νερό σε κατάλληλο επίπεδο στο δοχείο διαστολής.
- ☐ Επισκευάστε τις διαρροές νερού ή του ψυκτικού/θερμικού μέσου.
- ☐ Μειώστε την ταχύτητα ροής νερού ώστε να ικανοποιούνται οι πραγματικές ανάγκες.

Ενδεικτικές Συστάσεις για τα Κλιματιστικά Σώματα

- ☐ Αυξήστε την επιφάνεια των εναλλακτών θερμότητας.
- ☐ Εξετάστε την αντικατάσταση των υφιστάμενων κλιματιστικών σωμάτων με άλλα αποδοτικότερα.

Ενδεικτικές Συστάσεις για Αντικατάσταση ή Τροποποίηση του Συστήματος Κλιματισμού

- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο τροποποίησης του υφιστάμενου συστήματος κλιματισμού με ενεργειακά αποδοτικότερα συστήματα.
- ☐ Εξετάστε το ενδεχόμενο εφαρμογής κεντρικής εγκατάστασης κλιματισμού περιορίζοντας τη χρήση αυτόνομων συστημάτων (split units), σε πολυώροφα κτίρια.

Ενδεικτικές Συστάσεις για την Εγκατάσταση Κλιματισμού

- ☐ Θέστε εκτός λειτουργίας τον εξοπλισμό κλιματισμού, όταν αυτός δεν χρειάζεται.
- ☐ Θέστε εκτός λειτουργίας τις βοηθητικές λειτουργίες, όταν αυτές δεν χρειάζονται.
- ☐ Διατηρήστε κατάλληλα όρια (set points) στα συστήματα ελέγχου του κλιματισμού.
- ☐ Προσαρμόστε τα όρια των τιμών που έχουν οριστεί (set points) για το εσωτερικό του κτιρίου στις εξωτερικές συνθήκες.
- ☐ Προκλιματίστε τον χώρο πριν την έναρξη λειτουργίας του.
- ☐ Βελτιστοποιήστε την ταυτόχρονη λειτουργία θέρμανσης, ψύξης σε τρισωλήνια ή τετρασωλήνια συστήματα.
- ☐ Ρυθμίστε την θερμοκρασία των κοινόχρηστων χώρων σε χαμηλότερα επίπεδα το χειμώνα και υψηλότερα το καλοκαίρι. Όταν μία θερμική ζώνη δεν χρησιμοποιείται ρυθμίστε κατάλληλα την λειτουργία της θέρμανσης.

Ενδεικτικές Συστάσεις για τη Βελτίωση του Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης / Κεντρικών Συστημάτων Ελέγχου

- ☐ Εφαρμόστε πρόγραμμα ενεργειακής διαχείρισης.
- ☐ Εγκαταστήστε ή/και χρησιμοποιείστε συστήματα ελέγχου (θερμοστάτες, αισθητήρες φωτισμού/παρουσίας για φωτιστικά, ηλεκτρονικά συστήματα για τη ρύθμιση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, φωτισμού και τις ηλεκτρικές συσκευές).
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης BEMS. Χρησιμοποιείστε επεκτάσιμα συστήματα.
- ☐ Τροποποιείστε το σύστημα ελέγχου με τέτοιο τρόπο ώστε οι τιμές που ορίζονται για το εσωτερικό του κτιρίου (set point) να προσαρμόζονται στις εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος.

Ενδεικτικές Συστάσεις για την Ενσωμάτωση ΑΠΕ

- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης θερμικών ηλιακών συστημάτων για την υποστήριξη του συστήματος θέρμανσης (συστήματα combi) ή/ και για ηλιακή ψύξη (combi plus).
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης ΦΒ για ηλεκτροπαραγωγή σε στέγες, τοίχους, εξωτερικά στέγαστρα, εξωτερικούς χώρους.
- ☐ Εξετάστε τη δυνατότητα χρήσης γεωθερμικών Α.Θ. για κλιματισμό των χώρων.

Άλλες Συστάσεις

- ☐ Διερευνήστε τη δυνατότητα προσθήκης συστήματος που να ανοιγοκλείνει αυτόματα τις πόρτες που βρίσκονται ανάμεσα στους κλιματιζόμενους και μη κλιματιζόμενους χώρους.
- ☐ Φροντίστε για τη σωστή χρήση/λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών, για τον περιορισμό των θερμικών εκπομπών.

4.2. ΟΔΗΓΙΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΕΝΤΥΠΟΥ

Για την ηλεκτρονική καταχώρηση του Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού απαιτείται ο Α.Π. ενεργειακής επιθεώρησης από την ΕΥΕΠΕΝ, ο οποίος εκδίδεται κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου (Πίνακας 1) σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεωρήσεων.

4.2.1. Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου

Για την έκδοση του Α.Π. ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υποβάλλει τα δεδομένα του Πίνακα 1 (βλ. παρ. 4.1.1) στην διαδικτυακή εφαρμογή www.buildingcert.gr, χρησιμοποιώντας τον κωδικό πρόσβασης (username / password) που του έχει δοθεί από την ΕΥΕΠΕΝ. Την πρώτη φορά που θα καταχωρηθούν τα στοιχεία στην Βάση Δεδομένων (Β.Δ.), επιλογή "Καταχώριση στη Β.Δ. & Απόδοση Αρ. Πρωτοκόλλου", αποδίδεται ο Α.Π. ο οποίος και εμφανίζεται στο επάνω μέρος της σχετικής φόρμας.

Εναλλακτικά, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής μπορεί να αντιγράψει τα δεδομένα του Πίνακα 1, από άλλη Εν. Επιθεώρηση (Κτιρίου, Λέβητα, Εγκατ. Θέρμανσης ή Εγκατ. Κλιματισμού) που γνωρίζει ότι έχει καταχωρηθεί στο σύστημα. Για να γίνει αυτό πρέπει να την αναζητήσει (επιλογή "Αναζήτηση Επιθεώρησης") και να χρησιμοποιήσει την επιλογή "Νέα Επιθεώρηση Εγκατάστασης Κλιματισμού Βασισμένη σε αυτή την Επιθεώρηση". Μόλις γίνει αυτό, δημιουργείται η νέα επιθεώρηση και αποδίδεται σε αυτή Α.Π.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής μπορεί, αν θέλει, να διορθώσει τα δεδομένα του Πίνακα 1 και μετά την απόδοση του Α.Π., αλλά οπωσδήποτε πριν την οριστική υποβολή της Επιθεώρησης.

Τέλος, ο επιθεωρητής, αποθηκεύει τα δεδομένα του Πίνακα 1, στον δίσκο του υπολογιστή του, σε μορφή XML. Για το σκοπό αυτό κάνει δεξί κλικ επάνω στο link "Δημιουργία Αρχείου XML", και επιλέγει "Save Target As..."[3], ώστε να αποθήκευση στον δίσκο του υπολογιστή του τα δεδομένα του Πίνακα 1, σε μορφή XML. Το αρχείο αυτό (που περιλαμβάνει και τον Α.Π.) μπορεί να φορτωθεί στην εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων της Ενεργειακής Επιθεώρησης (client).

Με την ολοκλήρωση της επιθεώρησης και της επεξεργασίας των διαθέσιμων στοιχείων για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του λέβητα, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής τα υποβάλει ηλεκτρονικά στην ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεώρησης Κτιρίων. Εισαγωγή Ενεργειακής Επιθεώρησης στη Β.Δ.

4.2.2. Εισαγωγή Ενεργειακής Επιθεώρησης στη Β.Δ.

Στο πρώτο βήμα επικοινωνίας με την ηλεκτρονική Β.Δ. εισάγονται τα Γενικά Στοιχεία (χρησιμοποιώντας την επιλογή "Εισαγωγή στοιχείων"). Στη συνέχεια, εισάγονται όλα τα απαιτούμενα στοιχεία για κάθε πίνακα του εντύπου που εμφανίζεται στο δέντρο στην αριστερή πλευρά της οθόνης.

Για την εισαγωγή των απαιτούμενων πληροφοριών και στοιχείων κατά την συμπλήρωση του ηλεκτρονικού εντύπου επιλέγονται, όπου είναι διαθέσιμα, τα αντίστοιχα σύμβολα ελέγχου ώστε να καταχωρούνται οι συγκεκριμένες επιλογές.

---

3 Ανάλογα με τον browser η επιλογή αυτή μπορεί να αναφέρεται και ως "Save Link As..." / " Αποθήκευση Αρχείου ως...." / "Αποθήκευση Δεσμού ως..."

Για την επιλογή των ενδεικτικών συστάσεων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας της εγκατάστασης κλιματισμού, επιλέγετε μια από τις προτεινόμενες ενδεικτικές συστάσεις του καταλόγου, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Προσθήκη». Η συγκεκριμένη σύσταση αυτόματα αφαιρείται από τον αρχικό κατάλογο συστάσεων και προστίθεται στον χώρο των τελικών επιλογών. Για την ακύρωση κάποιας σύστασης, επιλέξτε «Διαγραφή» και αυτόματα ενημερώνεται πάλι ο αρχικός κατάλογος των συστάσεων. Στο χώρο «Άλλες Συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή» εισάγονται οι πιθανές πρόσθετες συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή.



Οι **τελικές συστάσεις** πρέπει είναι **ιεραρχημένες**.

Η Ενεργειακή Επιθεώρηση εισάγεται στο σύστημα με τη μορφή αρχείου XML το οποίο δημιουργείται από την εφαρμογή καταχώρισης των δεδομένων (client). Αυτό γίνεται με χρήση της επιλογής "Εισαγωγή Αρχείου Εν. Επιθεώρησης (XML).

Το παραπάνω βήμα μπορεί να επαναληφθεί όσες φορές θέλει ο Ενεργειακός Επιθεωρητής, μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης. Κάθε φορά το προηγούμενο αρχείο XML αντικαθίσταται εξ' ολοκλήρου από το νέο.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας ο επιθεωρητής μπορεί να ελέγξει την ορθότητα της διαδικασίας, χρησιμοποιώντας την επιλογή "Προβολή Εντύπου Εν. Επιθεώρησης" για να βλέπει την προσωρινή κατάσταση αυτού του εντύπου. Μέχρι την οριστική υποβολή της επιθεώρησης, το έντυπο αυτό φέρει την ένδειξη "ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΚΥΡΟ ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ" , στη θέση του Αρ. Ασφαλείας (βλ. επόμενη παράγραφο).

4.2.3. <u>Οριστική Υποβολή Ενεργειακής Επιθεώρησης</u>

Όταν ο επιθεωρητής είναι σίγουρος ότι η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί σωστά, οριστικοποιεί την επιθεώρηση μέσω της επιλογής "Οριστική Υποβολή Επιθεώρησης". Τότε, αποδίδεται *αριθμός ασφαλείας (Α.Α.)* στην επιθεώρηση, ο οποίος εκτυπώνεται στο Έντυπο Εν. Επιθεώρησης. Χωρίς τον Αρ. Ασφαλείας, το Έντυπο αυτό δεν είναι έγκυρο.

Στο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού που εκδίδεται ηλεκτρονικά από το σύστημα αναγράφονται όλα τα στοιχεία του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού και το παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Για τη σύνταξη της τεχνικής οδηγίας χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις.

1. Ν. 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (ΦΕΚ Α 85).
2. Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010 (ΦΕΚ Β΄ 407) «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)»
3. Απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών, Οικονομίας και Οικονομικών, και Ανάπτυξης Δ6/Β/14826/17-06-2008 (ΦΕΚ Β' 1122) «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα».
4. ΚΥΑ 189533/2011 «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για την θέρμανση κτηρίων και νερού» (ΦΕΚ 2654/11).
5. Ν. 4122/19-02-2013. «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α΄42).
6. Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)», ΕΕ L.153, 18.6.2010.
7. Π.Δ. 335/1993 «Απαιτήσεις απόδοσης για τους νέους λέβητες ζεστού νερού που τροφοδοτούνται με υγρά ή αέρια καύσιμα, σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 92/42/ΕΟΚ της 21ης Μαΐου 1992» (ΦΕΚ Α' 143), όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 59/1995 (ΦΕΚ Α' 46).
8. ASHRAE 208 Handbook-HVAC System and Equipment, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
9. ASHRAE 2009 Handbook-Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
10. ASHRAE Green Guide (3rd edition), 2010. The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings.
11. ASHRAE 2011 Handbook-HVAC Applications, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
12. ANSI/ASHRAE Standard 55:2004, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
13. ANSI/ASHRAE Standard 62.1:2007, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.

Χρήσιμες Ιστοσελίδες

Ελληνικές

Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης – ΕΛΟΤ **www.elot.gr**

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας – ΚΑΠΕ www.cres.gr

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας – ΤΕΕ http://portal.tee.gr

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής – ΥΠΕΚΑ www.ypeka.gr

Ξενόγλωσσες

European Commission – Energy http://ec.europa.eu/energy

European Committee for Standardization – CEN **www.cen.eu**

European Renewable Energy Council – EREC www.erec-renewables.org

Πίνακας των Τεχνικών Οδηγιών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) που έχουν εκδοθεί μέχρι σήμερα. Δίπλα στον αριθμό κάθε Οδηγίας, δίνεται το έτος έκδοσης της αντίστοιχης Οδηγίας, καθώς και η υπουργική απόφαση με την οποία έγινε υποχρεωτική η εφαρμογή τους.

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ	ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΕΙΣ
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86	Εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου - ζεστού νερού	ΦΕΚ 843Β/16-11-88	Δ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2412/86	Εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα. Αποχετεύσεις	ΦΕΚ 177/Β/31-3-88	Ε΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 · Μέρος 1/86	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών έργων	ΦΕΚ 67/Β/4-2-88	Δ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 - Μέρος 2/86	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών έργων	ΦΕΚ 148/Β/17-3-88	Δ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Κλιματισμός κτιριακών χώρων	ΦΕΚ 177/Β/31-3/88	Γ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτιριακών χώρων		Ε΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2427/83*	Κατανομή Δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης Κτηρίων	ΦΕΚ 631Δ/7-11-85	
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2451/86**	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Μόνιμα πυροσβεστικά συστήματα με νερό	ΦΕΚ 632/Β/26-11-87	Ε΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2471/86***	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Διανομή καυσίμων αερίων (Αναθεώρηση του Σχεδίου Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2471/80)	ΦΕΚ 366/Β/16-7-87 ΦΕΚ 187/Α/20-10-87	Δ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2481/86	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Διανομή ατμού μέχρι PN16-300C	ΦΕΚ 334/Β/24-6-87	Δ΄ έκδοση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2491/86	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Αποθήκευση και διανομή αερίων για ιατρική χρήση	ΦΕΚ 665/Β/9-9-88	Γ΄ έκδοση

* Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2427/83 δημοσιεύθηκε αρχικά στο Ενημερωτικό Δελτίο του ΤΕΕ αρ. 1294/23.01.1984 και έγινε υποχρεωτική με το Π.Δ. 27 (ΦΕΚ631/Δ/07.22.85) ως η 11η Τεχνική Οδηγία που εκδόθηκε από το ΤΕΕ. Έχει συσταθεί Ομάδα Εργασίας από το ΤΕΕ για την αναθεώρηση αυτής της Τεχνικής Οδηγίας.

** Έχει συσταθεί Ομάδα Εργασίας από το ΤΕΕ για την αναθεώρηση αυτής της Τεχνικής Οδηγίας.

*** Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. αυτή έγινε υποχρεωτική στο σύνολό της (στις τεχνικές προδιαγραφές των υλικών που θα χρησιμοποιούνται στην εγκατάσταση καθώς και σε κάθε τεχνική λεπτομέρεια για τη σύνταξη της μελέτης) με το Π.Δ 420/87 (ΦΕΚ 187/Α/20-10-87), το οποίο ίσχυσε μέχρι την 15η/07/2003. Μετά την έκδοση του " Κανονισμού εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar" (ΚΥΑ Δ3/Α/11346/2003 όπως δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ Β΄963/15-7-2003), η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2471/86 παύει να ισχύει. Δημοσιεύτηκε επίσης στο ΦΕΚ 1730/Β/9-12-2005 η Κοινή Υπουργική Απόφαση με αριθμό Δ3/Α/22560/28-11-2005, η οποία καθορίζει συμπληρωματικά μέτρα για την εφαρμογή του Κανονισμού εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar (Κ.Υ.Α. Δ3/Α/11346/30-6-2003- ΦΕΚ 963/Β/15-7-2003).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.1

ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου

1.α Γενικά Στοιχεία Κτιρίου	
Χρήση Κτιρίου:	
	Τμήμα Κτιρίου ☐ **Αριθμός Ιδιοκτησίας:** ....
Όνομα Ιδιοκτήτη:	
ΑΦΜ	
ΚΑΕΚ	
Α.Π. Δήλωσης & Κωδικός Ιδιοκτησίας	
Ιδιοκτησιακό καθεστώς	Δημόσιο ☐ Δημόσιο Ιδιωτικού ενδιαφέροντος ☐ Ιδιωτικό ☐ Ιδιωτικό Δημοσίου ενδιαφέροντος ☐
Ταχυδρομική Διεύθυνση:	
Στοιχεία επικοινωνίας υπευθύνου:	Ιδιοκτήτης ☐ Διαχειριστής ☐ Ενοικιαστής ☐ Τεχνικός υπεύθυνος ☐ Άλλο ☐
Ονοματεπώνυμο:	
Τηλέφωνο / Fax:	
Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο:	
Οικοδομική άδεια: Πολεοδομικό γραφείο: Έτος: Αριθμός:	
Έτος ολοκλήρωσης κατασκευής:	
Τύπος:	Παλιό ☐ Ριζικά Ανακαινιζόμενο ☐ Νέο ☐

1.β Κλιματολογικά	
Κλιματική Ζώνη:	.... **Υψόμετρο (m):** ....
Κλιματολογικά δεδομένα	

1.γ Πηγές Δεδομένων	
Αρχιτεκτονικά Σχέδια	☐
Η/Μ Σχέδια	☐
Φύλλο Συντήρησης Λέβητα	☐
Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού	☐
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Λέβητα	☐
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης	☐
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού	☐
Τιμολόγια Ενεργειακών Καταναλώσεων	☐
Δελτία Αποστολής ή Τιμολόγια Αγοράς Υλικών	☐
Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη/Διαχειριστή	☐

2. Τοπογραφικό Διάγραμμα ή Σκαρίφημα & Φωτογραφία Κτιρίου

3.α Γενικά Κατασκευαστικά Στοιχεία Κτιρίου	
Συνολική επιφάνεια (m^2) :	
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m^2) :	
Ψυχόμενη επιφάνεια (m^2) :	
Αριθμός ορόφων:	
Συνολικός όγκος (m^3) :	
Θερμαινόμενος όγκος (m^3) :	
Ψυχόμενος όγκος (m^3) :	
Ύψος τυπικού ορόφου (m) :	__________ **Ύψος ισογείου (m):** _________
Έκθεση κτιρίου:	Εκτεθειμένο ☐ Ενδιάμεσο ☐ Προστατευμένο ☐
Αριθμός Θερμικών Ζωνών:	
Αριθμός Μη Θερμαινόμενων Χώρων:	
Αριθμός Ηλιακών Χώρων:	
Θερμομόνωση κατακόρυφων δομικών στοιχείων	☐

3β. Κατανάλωση Ενέργειας – Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος			
Χρήση Κτιρίου			
Πηγή Ενέργειας			
Τελική χρήση			
Ετήσια Κατανάλωση			
Περίοδος κατανάλωσης			
Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος			
Συνθήκες θερμικής άνεσης ☐		Συνθήκες οπτικής άνεσης ☐	
Συνθήκες ακουστικής άνεσης ☐		Ποιότητα εσωτερικού αέρα ☐	

4. Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	
4.1 Φωτοβολταϊκά (ΦΒ)	
Τύπος	
Έτος εγκατάστασης	
Σύνδεση δικτύου	
Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας	
Επιφάνεια (m^2)	
Ισχύς (kW)	
Προσανατολισμός	
Κλίση	
Γωνία θέασης εμποδίου α (°).	
Συντελεστής σκίασης	
Κόστος (€/m^2)	
4.2 Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος	
Ισχύς (kW)	
Συντελεστής ισχύος	
Τύπος συστήματος **Αυτόνομο** **Διασυνδεδεμένο**	
Χώρος τοποθέτησης	

5. Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού & Θερμότητας (ΣΗΘ)	
α/α Θερμικής ζώνης: __________	
Μονάδα	
Πηγή ενέργειας	
Τελικές Χρήσεις **Ηλεκτρική** **Θερμική**	
Κάλυψη φορτίων (kW) **Ηλεκτρικά** **Θερμικά**	 -------------- --------------
Συνολική Ισχύς (kW) **Ηλεκτρική** **Θερμική**	
Βαθμός απόδοσης **Ηλεκτρική** **Θερμική**	 -------------- --------------
Κόστος (€)	

6. Ύδρευση, Αποχέτευση, Άρδευση Κτιρίου						
Τύπος						
Αριθμός						
Ισχύς (kW)						
Χρόνος λειτουργίας (h)						
Ρυθμιστής στροφών (inverter)	□	□	□	□	□	□

7. Ανελκυστήρες & Κυλιόμενες Σκάλες Κτιρίου						
Τύπος						
Αριθμός						
Ισχύς (kW)						
Χρόνος λειτουργίας (h)						
Αυτοματισμοί	□	□	□	□	□	□

8. Γενικά Χαρακτηριστικά Θερμικών Ζωνών	
α/α Θερμικής Ζώνης:	______________
Χρήση:	
Συνολική επιφάνεια (m^2):	
Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ($kJ/m^2 K$)	
Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m^3/h):	
Αριθμός καμινάδων	
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	
Κόστος επέμβασης (€)	
Τύπος Αυτοματισμών συστήματος Θ/Ψ/Α	
Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών συστήματος Θ/Ψ/Α	
Αριθμός υπνοδωματίων	
Αριθμός κλινών	
Μέση κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. (m^3/έτος)	
Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου συστήματος Ζ.Ν.Χ.	

9. Κτιριακό Κέλυφος	
Για κάθε θερμική ζώνη καταγράφονται όλα τα στοιχεία για τις αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες του κελύφους και για τις εσωτερικές επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή αίθρια. Επίσης, καταγράφονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τους μη θερμαινόμενους χώρους ή/και τα αίθρια που βρίσκονται σε επαφή με την συγκεκριμένη θερμική ζώνη.	
Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών:	

9.1 Αδιαφανείς Επιφάνειες					
9.1α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον					
α/α Στοιχείου					
Τύπος Περιγραφή					
Προσανατολισμός (°)					
Κλίση (°)					
Εμβαδόν (m^2)					
Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U ($W/m^2.K$)					
Υλικό / χρώμα επιφάνειας					
Απορροφητικότητα					
Εκπομπή στην θερμική ακτινοβολία					
Γωνία θέασης εμποδίου α(°)					
Συντελεστής σκίασης– Ορίζοντας Χειμώνας Καλοκαίρι					
Γωνία προβόλου β (°)					
Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες Χειμώνας Καλοκαίρι					
Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°) Αριστερή Δεξιά					
Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές Χειμώνας Καλοκαίρι					
Θερμογέφυρες επί της επιφάνειας Τύπος Μήκος (m) Γραμμική θερμοπερατότητα, Ψ, W/(m·K)					
Κόστος (€/m²)					
9.1β Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος					
α/α Στοιχείου					
Τύπος Περιγραφή					
Εμβαδόν (m^2)					
Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U ($W/(m^2.K)$					
Βάθος έδρασης δαπέδου (m)					
Βάθος έδρασης τοίχου (m) Κατώτερο					

Ανώτερο					
Περίμετρος πλάκας (m)					
Κόστος (€/m²)					
9.1γ Δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο					

Όπως Πίνακας 9.1α

Διαχωρισμός με χώρο					
Κυκλοφορία αέρα (m^3/h)	0				

9.2 Διαφανείς επιφάνειες					
9.2α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον					
α/α Στοιχείου					
Τύπος **Περιγραφή**					
Προσανατολισμός (°)					
Κλίση (°)					
Διαστάσεις κατακόρυφων στοιχείων					
Διαστάσεις στοιχείων οροφής					
Εμβαδόν (m²)					
Τύπος πλαισίου					
Ποσοστό πλαισίου (%)					
Τύπος υαλοπίνακα					
Συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος U (W/(m².K))					
Διαπερατότητα					
Γωνία Θέασης εμποδίου α (°)					
Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Γωνία προβόλου β (°)					
Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°) **Αριστερή** **Δεξιά**					
Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Κόστος (€/m²)					
9.2β Δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο					

Όπως Πίνακας 9.2α

10. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα					
10.1 Άμεσου Ηλιακού Κέρδους					
α/α Θερμικής Ζώνης σε επαφή					

Όπως Πίνακας 9.2α

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m² K)					
Ηλιοπροστασία θερινής περιόδου					

10.2 Έμμεσου Ηλιακού Κέδρους					
α/α Θερμικής Ζώνης σε επαφή					
α/α Στοιχείου					
Περιγραφή					
Προσανατολισμός (°)					
Εμβαδόν αδιαφανούς (m²)					
Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U (W/m².K)					
Υλικό / χρώμα επιφάνειας					
Απορροφητικότητα					
Εκπομπή στην θερμική ακτινοβολία					
Θερμογέφυρες επί της επιφάνειας **Τύπος** **Μήκος (m)** **Γραμμική θερμοπερατότητα, Ψ, W/(m.K)**					
Απόσταση διακένου (cm)					
Εμβαδόν διαφανούς (m²)					
Τύπος πλαισίου					
Ποσοστό πλαισίου (%)					
Τύπος υαλοπίνακα					
Συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος U (W/(m².K))					
Διαπερατότητα					
Διάχυτη-ημισφαιρική διαπερατότητα					
Γωνία Θέασης εμποδίου α (°)					
Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Γωνία προβόλου β (°)					
Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Γωνία πλευρικής προεξοχής γ (°) **Αριστερή** **Δεξιά**					
Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Κόστος (€/m²)					

10.3 Τοίχος Trombe.
Νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας με θυρίδες αερισμού μέσω θερμοσιφωνικής ροής.

Όπως Πίνακας 10.2

Επιφάνεια θυρίδων αερισμού (m²)					
Κυκλοφορία αέρα μέσω θυρίδων (m³/h)					
Συντελεστής συναγωγής (W/m²K)					
Συντελεστής ακτινοβολίας					

(W/m^{2}K)					
12. Συστήματα Παραγωγής, Διανομής και Εκπομπής για Θέρμανση, Ψύξη και Κλιματισμό					
12.1 Μονάδες Παραγωγής					
α/α Θερμικής ζώνης					
α/α Μονάδας θέρμανσης					
Τύπος					
Έτος εγκατάστασης					
Θερμομόνωση μονάδας					
Κατάσταση μονάδας					
Πηγή ενέργειας					
Καπνοδόχος					
Ονομαστική ισχύς (kW)					
Βαθμός απόδοσης					
Βαθμός κάλυψης φορτίων					
Κόστος (€)					
α/α Μονάδας ψύξης					
Τύπος					
Έτος εγκατάστασης					
Κατάσταση μονάδας					
Πηγή ενέργειας					
Ονομαστική ισχύς (kW)					
Βαθμός απόδοσης					
Βαθμός κάλυψης φορτίων					
Κόστος (€)					

12.2 Τερματικές μονάδες					
α/α Θερμικής ζώνης					
Τύπος					
Θέση					
Αριθμός					
Θερμαντική ισχύς (kcal/h)					
Ψυκτική ισχύς (Btu/h)					
Ποσοστό θερμικής ζώνης (%)					
Υδραυλική εξισορρόπηση					
Κατάσταση μονάδας					
Περιγραφή					
Βαθμός απόδοσης					
Κόστος (€)					

12.3 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (ΚΚΜ)					
α/α Θερμικής ζώνης					
α/α ΚΚΜ					
Θέρμανση	□				
Ψύξη	□				
Ύγρανση	□				
Παροχή αέρα (m^3/h) **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Ανακυκλοφορία αέρα **Χειμώνας** **Καλοκαίρι**					
Ανάκτηση θερμότητας					

Χειμώνας Καλοκαίρι					
Ανάκτηση υγρασίας (%)					
Ειδική απορρόφηση ισχύος (kW s/m³)					
Ειδικά φίλτρα	□				
Κόστος (€)					

12.4 Συστήματα Μηχανικού Αερισμού / Εξαερισμού					
α/α Θερμικής ζώνης					
α/α Συστήματος					
Προσαγωγή νωπού αέρα (m³/h)					
Ισχύς ανεμιστήρα (kW) Προσαγωγής Απαγωγής					
Ανάκτηση θερμότητας Χειμώνας Καλοκαίρι					
Κόστος (€)					

12.5 Βοηθητικές Μονάδες και Διανομή Θερμικής και Ψυκτικής Ενέργειας					
α/α Θερμικής ζώνης					
Βοηθητικές Μονάδες					
Τύπος					
Αριθμός					
Ισχύς (kW)					
Δίκτυο Διανομής					
Τύπος					
Θερμομόνωση δικτύου					
Χώρος διέλευσης δικτύου					
Ισχύς συστήματος (kW)					
Βαθμός απόδοσης Θερμικής ενέργειας Ψυκτικής ενέργειας					
Κόστος (€)					

12.6 Σύστημα Ύγρανσης					
α/α Θερμικής ζώνης					
Τύπος					
Κατάσταση μονάδας					
Πηγή ενέργειας					
Ονομαστική ισχύς (kW)					
Βαθμός απόδοσης					
Βαθμός κάλυψης φορτίου					
Κόστος (€)					
Περιγραφή δικτύου					
Χώρος διέλευσης δικτύου					
Θερμομόνωση δικτύου					
Βαθμός απόδοσης					
Κόστος (€)					
Περιγραφή συστήματος διοχέτευσης					
Βαθμός απόδοσης διοχέτευσης	1				
Κόστος (€)					

13. Συστήματα Παραγωγής και Διανομής Ζ.Ν.Χ.					
α/α Θερμικής ζώνης: __________					
Παραγωγή					
α/α Συστήματος					
Τύπος					
Κατάσταση μονάδας					
Πηγή ενέργειας					
Ονομαστική Ισχύς (kW)					
Βαθμός απόδοσης					
Βαθμός κάλυψης φορτίων					
Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου					
Κόστος (€)					
Δίκτυο Διανομής					
Χώρος διέλευσης δικτύου					
Θερμομόνωση δικτύου					
Ανακυκλοφορία Ζ.Ν.Χ.					
Περιγραφή δικτύου					
Βαθμός απόδοσης					
Κόστος (€)					
Περιγραφή αποθήκευσης					
Θέση					
Βαθμός απόδοσης					
Κόστος (€)					
Βοηθητικές Μονάδες					
Τύπος					
Αριθμός					
Ισχύς (kW)					

14. Συστήματα Φωτισμού	
α/α Θερμικής ζώνης: __________	
Τύπος λαμπτήρα	
Αριθμός λαμπτήρων	
Ισχύς (W)	
Στραγγαλιστική διάταξη:	Μαγνητική ☐ Ηλεκτρονική ☐ Ηλεκτρονική με ρύθμιση ☐
Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	
Περιοχή ΦΦ (%)	
Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ	
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας	☐
Φωτισμός ασφαλείας	☐
Σύστημα εφεδρείας	☐
Κόστος (€)	

15. Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας	
15.1 Ηλιακοί συλλέκτες	
α/α Θερμικής ζώνης: __________	
Τελική Χρήση **Θέρμανση** **Ζ.Ν.Χ.**	 ☐ ☐
Τύπος	
Κατάσταση συλλεκτών	
Συντελεστής αξιοποίηση ηλιακής ακτινοβολίας **Θέρμανση χώρων** **Ζεστό νερό χρήσης**	
Επιφάνεια (m^2)	
Προσανατολισμός (°)	
Κλίση (°)	
Γωνία θέασης εμποδίου α (°).	
Συντελεστής σκίασης	
Κόστος (€/m^2)	

15.2 Γεωθερμία	
α/α Θερμικής ζώνης: __________	
Τελική Χρήση	
Τύπος εναλλάκτη	

Όπως Πίνακας 12.1 για θέρμανση/ψύξη και Πίνακας 13 για Ζ.Ν.Χ.

15.3 Βιομάζα	
α/α Θερμικής ζώνης: __________	
Τελική Χρήση	
Καύσιμο	

Όπως Πίνακας 12.1 για θέρμανση/ψύξη και Πίνακας 13 για Ζ.Ν.Χ.

16. Μη Θερμαινόμενοι Χώροι ή/και Ηλιακοί Χώροι	
16.1 Γενικά Χαρακτηριστικά Μη Θερμαινόμενου Χώρου	
α/α Χώρου	
α/α Θερμικής ζώνης σε επαφή	____ _____ ______
Περιγραφή	
Συνολική επιφάνεια (m^2)	
Διείσδυση αέρα (m^3/h)	
16.1.1 Αδιαφανείς Επιφάνειες	
16.1.1α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον	

Όπως Πίνακας 9.1α

16.1.1β Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Όπως Πίνακας 9.1β

16.1.2 Διαφανείς επιφάνειες
16.1.2α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

Όπως Πίνακας 9.2α

16.2 Γενικά Χαρακτηριστικά Ηλιακού Χώρου

Όπως Πίνακας 16.1

16.2.1 Αδιαφανείς Επιφάνειες
16.2.1α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

Όπως Πίνακας 9.1α

16.2.1β Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Όπως Πίνακας 9.1β

16.2.2 Διαφανείς επιφάνειες

16.2.2α Δομικά στοιχεία σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

Όπως Πίνακας 9.2α

Ημερομηνία Επιθεώρησης: _
Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: _
Α.Μ. Επιθεωρητή: _
Αρ. Πρωτοκόλλου Επιθεώρησης: _

Υπογραφή Επιθεωρητή: Σφραγίδα:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.2

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (Π.Ε.Α.)

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Α.Π.: .... Α.Α.: ....

ΧΡΗΣΗ: ....
Κτίριο ☐ Τμήμα κτιρίου ☐
Αριθμός ιδιοκτησίας: ....
Κλιματική Ζώνη: ....
Διεύθυνση: ....
....Τ.Κ......................
Πόλη: ....
Έτος κατασκευής: ....
Συνολική επιφάνεια [m^2]: ....
Θερμαινόμενη επιφάνεια [m^2]: ....
Όνομα ιδιοκτήτη: ....

(Φωτογραφία κτιρίου)

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
$EP \leq 0{,}33 \cdot R_R$	
$0{,}33 \cdot R_R < EP \leq 0{,}5 \cdot R_R$	
$0{,}5 \cdot R_R < EP \leq 0{,}75 \cdot R_R$	
$0{,}75 \cdot R_R < EP \leq 1{,}0 \cdot R_R$	B
$1{,}0 \cdot R_R < EP \leq 1{,}41 \cdot R_R$	
$1{,}41 \cdot R_R < EP \leq 1{,}82 \cdot R_R$	
$1{,}82 \cdot R_R < EP \leq 2{,}27 \cdot R_R$	
$2{,}27 \cdot R_R < EP \leq 2{,}73 \cdot R_R$ Ζ	
$2{,}73 \cdot R_R < EP$ Η	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m^2]:	....
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m^2]:	....
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO_2 [$kgCO_2/m^2$]:	....

Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO_2	Θερμική άνεση ☐
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m^2]: .... Καύσιμα [kWh/m^2]:	Οπτική άνεση ☐
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m^2]:	Ακουστική άνεση ☐
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO_2 [kg/m^2]:	Ποιότητα αέρα ☐

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Α.Π.: .... **Α.Α.:** ....

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Ζ.Ν.Χ. ☐ Φωτισμός ☐	
Ορυκτά καύσιμα	**Πετρέλαιο**	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Ζ.Ν.Χ. ☐	
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Ζ.Ν.Χ. ☐	
	Άλλο:	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Ζ.Ν.Χ. ☐	
ΑΠΕ	**Ηλιακή**	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Ζ.Ν.Χ. ☐ Φωτισμός ☐	
	Βιομάζα	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Ζ.Ν.Χ. ☐	
	Γεωθερμία	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Ζ.Ν.Χ. ☐	
	Άλλο:	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Ζ.Ν.Χ. ☐ Φωτισμός ☐	
	Σύνολο		

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m²]

Θέρμανση: .... **Ψύξη:** ....

Ζεστό Νερό Χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) : .... **Φωτισμός :** ....

ΑΠΕ & ΣΗΘ : (-) ....

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1. ....
2. ....
3. ....

Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO_2* [kg/m²]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
		[kWh/m²]	[%]	[€/kWh]		
1						
2						
3						

** Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.*

Ημερομηνία έκδοσης Π.Ε.Α.:
....

Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή:
....

Α.Μ. Επιθεωρητή: ....

Σφραγίδα:

Υπογραφή:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης

1. Γενικά Στοιχεία Κτιρίου	
Χρήση Κτιρίου:	
	Τμήμα Κτιρίου ☐ **Αριθμός Ιδιοκτησίας:** ……………
Όνομα Ιδιοκτήτη:	
ΑΦΜ	
ΚΑΕΚ	
Α.Π. Δήλωσης & Κωδικός Ιδιοκτησίας	
Ιδιοκτησιακό καθεστώς	Δημόσιο ☐ Δημόσιο Ιδιωτικού ενδιαφέροντος ☐ Ιδιωτικό ☐ Ιδιωτικό Δημοσίου ενδιαφέροντος ☐
Ταχυδρομική Διεύθυνση:	
Στοιχεία επικοινωνίας υπευθύνου:	Ιδιοκτήτης ☐ Διαχειριστής ☐ Ενοικιαστής ☐ Τεχνικός υπεύθυνος ☐
Ονοματεπώνυμο:	
Τηλέφωνο / Fax:	
Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο:	
Οικοδομική άδεια: **Πολεοδομικό γραφείο:** **Έτος:** **Αριθμός:**	
Έτος ολοκλήρωσης κατασκευής:	

2. Γενικά Χαρακτηριστικά Κτιρίου & Εγκατάστασης			
Αριθμός κτιρίου: ________________________ ***(σε περίπτωση συγκροτήματος κτιρίων)***			
Έτος λειτουργίας:	……………………	**…………………………**	………………
Περίοδος λειτουργίας:	**Ημερήσιο πρόγραμμα (h/ημέρα):**		………………
	Εβδομαδιαίο πρόγραμμα (h/εβδομάδα):		………………
	Ετήσιο πρόγραμμα: από …… μήνα έως …… μήνα		
Συνολική επιφάνεια (m²):		**Ύψος (m):**	
Συνολικός όγκος (m³):			
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²):		**Όγκος θερμαινόμενων χώρων (m³):**	
Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού **Θερμοκρασία (°C):** **Σχετική Υγρασία (%):**		 _________ _________	

Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων :		Ανεπαρκής	Μερικώς μονωμένα	Επαρκής
	Οροφή/Δώμα:	☐	☐	☐
	Εξωτερική Τοιχοποιία:	☐	☐	☐
	Φέρον οργανισμός:	☐	☐	☐
	Δάπεδο pilotis:	☐	☐	☐
	Δάπεδο επί εδάφους:	☐	☐	☐
	Δάπεδο επί μη θερμαινόμενου χώρου:	☐	☐	☐
	Κουφώματα:	☐	☐	☐
Αλλαγή χρήσης:	Μερική ☐ Ολική ☐ Περιγραφή:________________________________			
Αριθμός συστημάτων :				

3. Υφιστάμενη Κατάσταση Εγκατάστασης *(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)*			
α/α Συστήματος: ______________			
Μελέτη θέρμανσης:	☐		
Μηχανολογικά σχέδια:	☐		
Σύντομη περιγραφή:	____________________________________ ____________________________________		
Θερμικές ζώνες	Συνολικός αριθμός: ________________________ Χρήσεις: 1. ____________________________________ 2. ____________________________________ 3. ____________________________________ ... ____________________________________		
Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (°C):	1. ________ (°C) 2. ________ (°C) 3. ________ (°C) ... ________ (°C)		
Τύπος:	Μονοζωνικό ☐ Πολυζωνικό ☐		
Έτος εγκατάστασης:		**Έτος λειτουργίας:**	
Μονάδα παραγωγής θερμότητας για την κεντρική θέρμανση χώρων:	Λέβητας πετρελαίου ☐ Λέβητας βιομάζας ☐ Συμπαραγωγή ☐ Ηλιακοί συλλέκτες ☐	Λέβητας φυσικού αερίου ☐ Τηλεθέρμανση ☐ Κεντρική αντλία θερμότητας ☐ Άλλο:____________________ ☐	
Αμίαντος	☐ Δεν γνωρίζω ☐		

4. Κατανάλωση Καυσίμων *(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και σύστημα, ή συνολικά για όλα τα συστήματα)*			
Κατανάλωση καυσίμου:	Συνολική ☐ Ανά χρήση ☐ Ανά σύστημα ☐		
α/α Συστήματος:	______________		
Χρήση καυσίμου:	Θέρμανση χώρων ☐ Ζεστό νερό χρήσης ☐		
Ετήσια κατανάλωση καυσίμου:			Περίοδο κατανάλωσης
	Ηλεκτρισμός	...... (kWh / έτος)	______ - ______
	Πετρέλαιο Θέρμανσης:	.... (lt / έτος)	______ - ______
	Πετρέλαιο Κίνησης:	.... (lt / έτος)	______ - ______
	Φυσικό Αέριο:	.... (Nm^3 / έτος)	______ - ______
	Υγραέριο:	.... (Nm^3 / έτος)	______ - ______
	Άλλο :_______________	.... (..........)	______ - ______

5. Κατανομή Δαπανών *(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη)*	
Σύστημα:	Ωρομέτρησης ☐ Θερμιδομέτρησης ☐ Μέτρησης καυσίμου ☐ BEMS ☐
Περιγραφή:	____

<table>
<tr><th colspan="5">6. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Διανομής
(ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)</th></tr>
<tr><td colspan="5">α/α Συστήματος: ____________</td></tr>
<tr><td>Τύπος δικτύου:</td><td colspan="4">Μονοσωλήνιο ☐ Δισωλήνιο ☐</td></tr>
<tr><td>Είδος αυτονόμησης</td><td colspan="4">Με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάνα ☐ Με ανεξάρτητο κυκλοφορητή ☐
Με ανεξάρτητο λεβητοστάσιο ☐ Δεν υπάρχει αυτονόμηση ☐
Άλλο ______________________ ☐</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου:</td><td></td><td>Επαρκής</td><td>Μέτρια</td><td>Ανεπαρκής</td></tr>
<tr><td>Σωλήνες εντός λεβητοστασίου:</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr>
<tr><td>Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη θερμαινόμενους χώρους</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr>
<tr><td>Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους θερμαινόμενους χώρους</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr>
<tr><td>Κατακόρυφες στήλες σε φρεάτια ή ψευδοροφές</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr>
<tr><td>Κατακόρυφες στήλες σε εξωτερικούς χώρους</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr>
<tr><td>Άλλος χώρος διέλευσης :
______________________</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου:</td><td colspan="2"></td><td></td><td>Ποσοστό (%)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Διαρροές στο δίκτυο:</td><td>☐</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Διαβρωμένοι σωλήνες:</td><td>☐</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο:</td><td>☐</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις:</td><td>☐</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Αποφράξεις στο δίκτυο:</td><td>☐</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Άλλο: ____________________________</td><td>☐</td><td></td></tr>
<tr><td>Θερμοκρασία θερμού μέσου (°C):</td><td colspan="4">Προσαγωγή ___________________
Επιστροφή ____________________</td></tr>
<tr><td>Εναλλάκτης:</td><td>☐</td><td colspan="3">Θερμική απόδοση: _________ (%)
Περιγραφή:
___________________________________</td></tr>
<tr><td>Δοχείο αδρανείας:</td><td>☐</td><td colspan="3">Χωρητικότητα: ___________ (lt)
Περιγραφή:
___________________________________</td></tr>
<tr><td>Δοχείο διαστολής</td><td colspan="4">Ανοικτό ☐ Κλειστό ☐</td></tr>
<tr><td>Ρυθμιστικές βαλβίδες εξισορρόπησης δικτύου</td><td colspan="4">☐
Είδος βαλβίδων: ______________________________________</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Κυκλοφορητές-Αντλίες</td><td>Τύπος</td><td>Αριθμός</td><td>Ισχύς (W)</td><td>Ενεργειακή Κλάση</td></tr>
<tr><td>Σταθερών στροφών</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ρυθμιζόμενων στροφών</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ηλεκτρονικό Δp-σταθερό</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ηλεκτρονικό Δp-μεταβλητό</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ηλεκτρονικό Δp-T</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Μόνιμου μαγνήτη</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Άλλο:________________</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Μονάδες παραγωγής θερμότητας:</td><td colspan="4">Αριθμός:_________</td></tr>
<tr><td colspan="4">Περιγραφή: ____
____</td></tr>
</table>

7. Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης Λέβητα / Καυστήρα *(για κάθε μονάδα)*		
Διαθέσιμα Στοιχεία στο Ημερολόγιο Λεβητοστασίου	Οδηγίες Λειτουργίας & Συντήρησης Λέβητα & Καυστήρα	☐
	Αρχείο Φύλλων Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας	☐
	Θεωρημένο Βιβλίο Καταγραφής Μετρήσεων	☐
	Κατασκευαστικά Σχέδια Εγκατάστασης	☐
	Τιμολόγια καυσίμου	☐
Χωροθέτηση λεβητοστάσιου - λέβητα	Θέση λεβητοστασίου σε Εσωτερικό χώρο Εξωτερικό χώρο	 ☐ ☐
	Ευκολία πρόσβασης στο λεβητοστάσιο	☐
	Ευκολία στη συντήρηση – επισκευή λέβητα	☐
Οπτική Επιθεώρηση:	Διαρροή καυσαερίων	☐
	Διαρροή καυσίμου	☐
	Διαρροή νερού / ατμού / λαδιού / αέρα	☐
	Επαρκής θερμομόνωση λέβητα	☐
	Θερμομόνωση καπναγωγού χωρίς φθορές	☐
	Θερμομόνωση καπνοδόχου χωρίς φθορές	☐
	Κατάσταση λειτουργίας καπναγωγού & καπνοδόχου	☐
	Υγροποιήσεις στην καπνοδόχο	☐
	Καπνοθυρίδα καθαρισμού σε λειτουργία	☐
	Ξεχωριστή αποχέτευση συμπυκνωμάτων (αν απαιτείται)	☐
	Επαρκής αερισμός λεβητοστασίου	☐
Διαθέσιμο δίκτυο ΦΑ		☐

8. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Λέβητα / Καυστήρα *(για κάθε μονάδα)*		
α/α Μονάδας: ________________		
Τελική Χρήση:	Θέρμανση χώρων ☐	
	Θέρμανση χώρων & Ζ.Ν.Χ. ☐	
	Ζεστό Νερό Χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) ☐	
Τεχνικά Χαρακτηριστικά Λέβητα		
Εταιρεία Κατασκευής **Τύπος (Μοντέλο)** **Σειριακός Αριθμός**	____________________ ____________________ ____________________	**Έτος Κατασκευής:** ________ **Έτος Εγκατάστασης:** _______
Ονομαστική Ισχύς:	_________ (kW) _________ (kcal/h)	
Ενεργειακή απόδοση (ΠΔ 335/93):	Αριθμός αστεριών:	Δεν υπάρχει σήμανση ☐
Σήμανση CE:	☐	
Λέβητας συμπύκνωσης :	☐ Περιγραφή: ______________________________	
Είδος λέβητα :	Χαλύβδινος ☐ Μαντεμένιος ☐ Άλλο ☐	
Επιτρεπόμενη πίεση :	Λειτουργίας: 4 bar ☐ 6 Bar ☐ Άλλο _________☐	Αντοχής: 6 bar ☐ 8 Bar ☐ Άλλο __________☐
Καύσιμο σχεδιασμού:	Πετρέλαιο ☐ Φυσικό αέριο ☐ LPG ☐ Άλλο ___________☐	
Θερμικό Μέσο	Νερό ☐ Ατμός ☐ Λάδι ☐ Αέρας ☐	
Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καυστήρα		
Εταιρεία Κατασκευής **Τύπος (Μοντέλο)** **Σειριακός Αριθμός**	____________________ ____________________ ____________________	**Έτος Κατασκευής:** ________ **Έτος Εγκατάστασης:**________
Καυστήρας ενσωματωμένος στον Λέβητα: ☐		
Ισχύς:	Μέγιστη .... (kW) Ελάχιστη .... (kW)	
Καύσιμο λειτουργίας:	Πετρέλαιο ☐ Φυσικό αέριο ☐ LPG ☐ Άλλο ☐	

Παροχή καυσίμου:	Μέγιστη .... (kg/h) Ελάχιστη .... (kg/h) Μέγιστη .... (Nm^3/h) Ελάχιστη .... (Nm^3/h)	
Κατηγορία:	Πιεστικός ☐	Ατμοσφαιρικός ☐
	Μονοβάθμιος ☐ Διβάθμιος ☐ Τριβάθμιος ☐ Προοδευτικής λειτουργίας ☐	
Αυτόματη φραγή του αέρα στον καυστήρα κατά την σβέση ☐		
Συμβατότητα λέβητα με καυστήρα ☐		
Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καπναγωγού & Καπνοδόχου		
Υλικό κατασκευής καπναγωγού:		
Ευκολία όδευσης προς καπνοδόχο Εύκολη Δύσκολη	 ☐ ☐	
Διάφραγμα ρύθμισης ελκυσμού	☐	
Αυτόματο διάφραγμα φραγής αέρα στον καπναγωγό	☐	
Υλικό κατασκευής καπνοδόχου:	____________________________	
Διέλευση καπνοδόχου από εσωτερικό χώρο	☐	
Βάση καπνοδόχου σε επισκέψιμο σημείο	☐	
Θυρίδα καθαρισμού	☐	
Δεξαμενή Καυσίμου		
Δεξαμενή καυσίμων (εφόσον υπάρχει)	Θέση δεξαμενής σε Εσωτερικό χώρο Εξωτερικό χώρο	 ☐ ☐
	Υπέργεια ή υπόγεια	☐
	Έλεγχος ποσότητας παράδοσης	☐
	Ένδειξη στάθμης καυσίμου	☐
	Ευκολία πρόσβασης στις πλευρές της δεξαμενής	☐

9. Ενδείξεις Μετρητών ***(για κάθε μονάδα)***		
Μετρητής Καυσίμου:	(Nm^3) ☐ (lt) ☐	Προηγούμενη ένδειξη ________________ Τελευταία ένδειξη ________________
Ωρομετρητής λειτουργίας καυστήρα:	(hrs)	Προηγούμενη ένδειξη ________________ Τελευταία ένδειξη ________________
Μετρητής τροφοδοσίας νερού:	(m^3)	Προηγούμενη ένδειξη ________________ Τελευταία ένδειξη ________________
Ζεστό Νερό Χρήσης:	(m^3)	Προηγούμενη ένδειξη ________________ Τελευταία ένδειξη ________________

10. Μετρούμενα Μεγέθη από Ανάλυση Καυσαερίων *(για κάθε μονάδα)*		
Συνθήκες Μέτρησης	**Πλήρες φορτίο**	**Θερμική φόρτιση λέβητα …….. %**
O_2 (%) (κ.ο.)		
CO_2 (%) (κ.ο.)		
CO (ppm) ανηγμένη σε (O_2) αναφοράς 3%		
NOx (ppm) ανηγμένη σε (O_2) αναφοράς 3%		
Θερμοκρασία καυσαερίων (^oC)		
Θερμοκρασία αέρα καύσης (^oC)		
Βαθμός απόδοσης καύσης %		
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης %		
Δείκτης αιθάλης (R_Z)		
Ελκυσμός καμινάδας (mbar)		
Περίσσεια αέρα (%)		
Παροχή καυσίμου (kg/h) ή (Nm^3/h)		
Πίεση αντλίας πετρελαίου (bar)		
Πίεση λειτουργίας αερίου (mbar)		
Πίεση μπέκ αερίου (mbar)		
Θερμοκρασία νερού λέβητα (^oC)		
Πραγματική ισχύς λειτουργίας λέβητα (kW)		

11. Θερμοστατικές Ρυθμίσεις Λειτουργίας Λέβητα *(για κάθε μονάδα)*		
	Πραγματική	**Προτεινόμενη**
Θερμοκρασία λειτουργίας λέβητα (^oC):		
Θερμοκρασίας νερού δικτύου (^oC):		

12. Έλεγχος Σωστής Λειτουργίας *(για κάθε μονάδα)*		
Λέβητα	Λειτουργία εντός προβλεπόμενων ορίων	☐
	Απόκλιση από ονομαστική ισχύ	☐
Συστημάτων Ελέγχου του Λέβητα / Καυστήρα	Θερμοστάτης ελέγχου λειτουργίας	☐
	Θερμοστάτης ασφαλείας	☐
	Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα	☐

13. Τελική Διάγνωση για το σύστημα λέβητα / καυστήρα *(για κάθε μονάδα)*				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του λέβητα:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
Η εγκατάσταση βάση της πραγματικής θερμικής ισχύος χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η λειτουργία βάσει της απόδοσης καύσης χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η συντήρηση βάσει της υπάρχουσας κατάσταση του λέβητα/καυστήρα χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐

14. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Τερματικών Μονάδων (ΤΜ) Απόδοσης Θέρμανσης *(για κάθε σύστημα)*		
α/α Συστήματος: _____________		
Είδος:	Θερμαντικά σώματα ☐ Ενδοδαπέδιο ☐ Ενδοτοίχιο ☐ Μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil): οροφής ☐ δαπέδου ☐ Κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) ☐ Άλλο: _______________ ☐	
Υφιστάμενη κατάσταση εγκατάστασης:	Σωστή διαστασιολόγηση	☐
	Σωστή θέση εγκατάστασης	☐
	Εμπόδια γύρω από τις μονάδες	☐
	Χρήση πρόσθετου τοπικού συστήματος θέρμανσης	☐
	Διαβρώσεις φθορές των μονάδων	☐
	Διαρροή θερμικού μέσου	☐
	Επαρκής λειτουργία ρυθμιστικών βαλβίδων (διακοπτών) παροχής και επιστροφής	☐
	Σωστή υδραυλική σύνδεση με το δίκτυο (εξισορρόπηση)	☐
	Επαρκής καθαρισμός και συντήρηση	☐

15. Χαρακτηριστικά Συστημάτων Ελέγχου *(για κάθε σύστημα)*		
Κεντρικό σύστημα ελέγχου – ρύθμισης:	Χρονοδιακόπτης ☐ Σύστημα αντιστάθμισης ☐ BEMS ☐ Άλλο: ____________ ☐	
Σύστημα ελέγχου – ρύθμισης επιμέρους κλάδων του δικτύου θέρμανσης:	Απλός διακόπτης αφής/σβέσης Χρονοδιακόπτης Ηλεκτρομηχανικός θερμοστάτης χώρου Ηλεκτρονικός θερμοστάτης χώρου Ψηφιακός θερμοστάτης χώρου Με αισθητήριο εξωτερικής θερμοκρασίας αέρα Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου Άλλο: ____________	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Θερμοστάτης σε κάθε θερμική ζώνη	Ηλεκτρομηχανικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Ηλεκτρονικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Ψηφιακός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου Με θερμοστατικές κεφαλές στα θερμαντικά σώματα (έλεγχος ανά δωμάτιο) Με θερμοστάτες στα fan coils (έλεγχος ανά δωμάτιο) Χρονοδιακόπτης Άλλο: ____________	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Σωστή θέση θερμοστάτη		☐
Σωστή ρύθμιση θερμοστάτη		☐
Ρυθμιστικές βάνες στην ενδοδαπέδια/ επιτοίχια θέρμανση		☐
Θερμοστατικές κεφαλές σε όλα τα θερμαντικά σώματα		☐
Οδηγίες λειτουργίας για τα επιμέρους συστήματα ελέγχου		☐

16. Τελική Διάγνωση για το σύστημα θέρμανσης				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
Η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Ο εξοπλισμός χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η λειτουργία χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η συντήρηση χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Εκτιμώμενη συνολική ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης:	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
	☐	☐	☐	☐

17. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις

Ημερομηνία Επιθεώρησης: _
Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: _
Α.Μ. Επιθεωρητή: _
Αρ. Πρωτοκόλλου Επιθεώρησης: _

Υπογραφή Επιθεωρητή: Σφραγίδα:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού

1. Γενικά Στοιχεία Κτιρίου	
Χρήση Κτιρίου:	
	Τμήμα Κτιρίου ☐ **Αριθμός Ιδιοκτησίας:** ……………
Όνομα Ιδιοκτήτη:	
ΑΦΜ	
ΚΑΕΚ	
Α.Π. Δήλωσης & Κωδικός Ιδιοκτησίας	
Ιδιοκτησιακό καθεστώς	Δημόσιο ☐ Δημόσιο Ιδιωτικού ενδιαφέροντος ☐ Ιδιωτικό ☐ Ιδιωτικό Δημοσίου ενδιαφέροντος ☐
Ταχυδρομική Διεύθυνση:	
Στοιχεία επικοινωνίας υπευθύνου:	Ιδιοκτήτης ☐ Διαχειριστής ☐ Ενοικιαστής ☐ Τεχνικός υπεύθυνος ☐
Ονοματεπώνυμο:	
Τηλέφωνο / Fax:	
Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο:	
Οικοδομική άδεια: **Πολεοδομικό γραφείο:** **Έτος:** **Αριθμός:**	
Έτος ολοκλήρωσης κατασκευής:	

2. Γενικά Χαρακτηριστικά Κτιρίου & Εγκατάστασης				
Έτος λειτουργίας κτιρίου:				
Ώρες λειτουργίας κτιρίου ανά ημέρα (h):		**Ημέρες λειτουργίας ανά βδομάδα (h):**		
Συνολικό εμβαδόν επιφάνειας κτιρίου (m^2):		**Ύψος κτιρίου (m):**		
		Συνολικός όγκος κτιρίου V (m^3):		
Εμβαδόν θερμαινόμενης επιφάνειας (m^2):		**Όγκος θερμαινόμενων χώρων (m^3):**		
Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού **Θερμοκρασία (°C):** **Σχετική Υγρασία (%):**		________ ________		
Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης της θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων του κτιρίου:		Ανεπαρκής	Μερικώς μονωμένα	Επαρκής
	Οροφή/Δώμα:	☐	☐	☐
	Εξωτερική Τοιχοποιία:	☐	☐	☐
	Φέρον οργανισμός:	☐	☐	☐
	Δάπεδο pilotis:	☐	☐	☐
	Δάπεδο επί εδάφους:	☐	☐	☐
	Δάπεδο επί μη θερμαινόμενου χώρου:	☐	☐	☐
	Κουφώματα:	☐	☐	☐

Αλλαγή χρήσης:	Μερική ☐ Ολική ☐ Περιγραφή: ____
Αριθμός συστημάτων :	

3. Υφιστάμενη Κατάσταση Εγκατάστασης

(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)

α/α Συστήματος: ______________

Μελέτη κλιματισμού:	☐
Μηχανολογικά σχέδια:	☐
Χρήσεις συστήματος κλιματισμού:	Θέρμανση ☐ Ψύξη ☐ Ύγρανση ☐ Αφύγρανση ☐ Αερισμός ☐
Σύντομη περιγραφή:	____________________ ____________________
Θερμικές ζώνες	Συνολικός αριθμός: ____________ Χρήσεις: 1. ____________ 2. ____________ 3. ____________ … ____________

Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού

Θερμοκρασία		**Σχετική Υγρασία**		**Αερισμός (Νωπός Αέρας)**	
Χειμώνα	Καλοκαίρι	Χειμώνα	Καλοκαίρι	m³/άτομο	m³/hour
1. ______ (°C) 2. ______ (°C) 3. ______ (°C) .. ______ (°C)	1. ______ (°C) 2. ______ (°C) 3. ______ (°C) .. ______ (°C)	1. _____ (%) 2. _____ (%) 3. _____ (%) ... _____ (%)	1. _____ (%) 2. _____ (%) 3. _____ (%) ... _____ (%)	1. _____ 2. _____ 3. _____ ... _____	1. _____ 2. _____ 3. _____ ... _____

Τύπος:	Μονοζωνικό ☐ Πολυζωνικό ☐		
Έτος εγκατάστασης:		**Έτος λειτουργίας:**	
Μονάδα παραγωγής ψύξης/θερμότητας:	Ψύκτες ☐ Κεντρικές Α.Θ. ☐ Τοπικές Α.Θ. ☐ VRV ☐ Multi A.Θ. ☐ Άλλο:______________ ☐ Λέβητας ☐ Ηλιακοί συλλέκτες ☐ Συμπαραγωγή ☐ Τηλεθέρμανση ☐		

Ηλιοπροστασία κλιματιζόμενων χώρων

Τύπος σκιάστρων	**Υφιστάμενη Κατάσταση**	**Σκίαση όψεων**		
		Ανατολική	Νότια	Δυτική
Γειτονικά εμπόδια	____________	☐	☐	☐
Σταθερά οριζόντια		☐	☐	☐
Σταθερά πλευρικά		☐	☐	☐
Εξωτερικές περσίδες		☐	☐	☐
Τέντες		☐	☐	☐
Άλλο εξωτερικό		☐	☐	☐

Εσωτερικά κέρδη & Φορτία Αερισμού κλιματιζόμενων χώρων

Αριθμός χρηστών		**Εσωτερικά φορτία ατόμων (kW)**	
Συνολική ισχύς συστημάτων φωτισμού σε (kW)		**Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (hours)**	
Συνολική ισχύς συσκευών σε λειτουργία στους χώρους (kW)		**Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (hours)**	
Αερισμός από χαραμάδες	_____________ ACH ______________ (m³/hours) _____________ (m³/hrs.m²) ανοιγμάτων		
Ανεμιστήρες οροφής	Ποσοστό κάλυψης χώρων (%):___________		

4. Κατανάλωση Ενέργειας *(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και σύστημα, ή συνολικά για όλα τα συστήματα)*			
Κατανάλωση καυσίμου:	Συνολική ☐ Ανά χρήση ☐ Ανά σύστημα ☐		
α/α Συστήματος:	______________		
Τελική Χρήση:	Ψύξη χώρων ☐ Θέρμανση χώρων ☐ Αερισμό ☐ Βοηθητικά συστήματα ☐ Συνολικά για κλιματισμό ☐		
Ετήσια κατανάλωση:			Περίοδο κατανάλωσης
	Ηλεκτρισμός	…… (kWh / έτος)	______ - ______
	Πετρέλαιο Θέρμανσης:	……… (lt / έτος)	______ - ______
	Πετρέλαιο Κίνησης:	……… (lt / έτος)	______ - ______
	Φυσικό Αέριο:	…. (Nm^3 / έτος)	______ - ______
	Υγραέριο:	…. (Nm^3 / έτος)	______ - ______
	Άλλο :______________	……. (……….)	______ - ______

5. Κατανομή Δαπανών *(για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη)*	
Σύστημα:	Ωρομέτρησης ☐ Θερμιδομέτρησης ☐ Μέτρησης καυσίμου ☐ BEMS ☐
Περιγραφή:	____
	____

6. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μονάδας Παραγωγής Ψύξης *(για κάθε μονάδα)*		
α/α Μονάδας : __________		
Κεντρική Μονάδα (όχι εφεδρική)		☐
Τελική Χρήση:	Ψύξη χώρων	☐
	Θέρμανση χώρων	☐
Τύπος	Ψύκτης ☐ Αερόψυκτος Ψύκτης ☐ Υδρόψυκτος Ψύκτης ☐	
	Ψύκτης απορρόφησης ☐ Ψύκτης προσρόφησης ☐ Πηγή θερμότητας: Ηλιακή ενέργεια ☐ ΣΗΘ ☐ Άλλο:_________☐	
	Αντλία θερμότητας ☐ Αέρα-νερού ☐ Νερού-νερού ☐ Γεωθερμική ☐ Υδροθερμική ☐ Θαλασσινού νερού ☐ Πολυδιαιρούμενο multi ☐ Πολυδιαιρούμενο απευθείας εκτόνωσης ☐	
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός ☐ Φυσικό αέριο ☐ Προπάνιο ☐ Ηλιακή ενέργεια ☐ Τηλεθέρμανση ☐ Άλλο: ____________	
Εταιρεία Κατασκευής: **Τύπος (Μοντέλο):** **Σειριακός Αριθμός:**	____________________________ ____________________________ ____________________________	**Έτος Κατασκευής:__________** **Έτος Εγκατάστασης:________**
Ονομαστική Ισχύς:	Ηλεκτρική απορροφούμενη	_____________ (kW)
	Ψυκτική αποδιδόμενη	_________ (kW) _______(Btu/h)
	Θερμική αποδιδόμενη	_________ (kW) _______(Btu/h)
Ώρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο ________(hrs)	Χειμερινή περίοδο ________(hrs)
Απόδοση	Ψυκτική: EER _____________ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. _______ (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. _______ (°C)	Ψυκτική: SPF_______________ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. _______ (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. _______ (°C)
	Θερμική: COP _____________ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. _______ (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. _______ (°C)	Θερμική: SPF _____________ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. _______ (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. _______ (°C)
Ψυκτικό ρευστό	Κατηργημένα Freon: R22 ☐ R12 ☐ R11 ☐ R407 ☐	Σε χρήση: R410 ☐ R134A ☐ R407 ☐ Λίθιο-Βρώμιο (Li-Br) ☐ Αμμωνία (NH_3) ☐ Άλλο ☐
Θερμοκρασία ψυκτικού μέσου	Προσαγωγής _____________(°C) Επιστροφής ___________(°C)	
Συμπιεστές	Περιστροφικός ☐ Παλινδρομικός ☐ Κοχλιοειδής (screw) ☐ Φυγοκεντρικός ☐ Σπειροειδής (scroll) ☐ Ερμητικός (κλειστός) ☐ Ημιερμητικός ☐ Μονοβάθμιος ☐ Διβάθμιος ☐ Με ρυθμιστή στροφών ☐ Αριθμός συμπιεστών _________________	
Απόρριψη θερμότητας	Τύπος συμπυκνωτή: Πύργος ψύξης Υδρόψυκτος ☐ ή αερόψυκτος ☐ Γεωθερμικός εναλλάκτης ☐ Εναλλάκτης θαλασσινού νερού ☐ Εναλλάκτης καυσαερίων ☐ Άλλο _________________☐	
	Ισχύς ανεμιστήρα ____________ (kW)	
	Ισχύς κυκλοφορητών ____________ (kW)	
	Για γεωθερμικό, ή υδροθερμικό, ή θαλασσινού νερού εναλλάκτη: Τύπος εναλλάκτη ___________________________________ Μήκος εναλλάκτη _________ (m) ή επιφάνεια κάλυψης _______(m^2) Διατομή εναλλάκτη _________(mm) Βάθος τοποθέτησης: ______________ (m)	
Ψυκτικό μέσο απόδοσης ψύξης προς τερματικές μονάδες	Νερό ☐ Αέρας ☐ Ψυκτικό ρευστό ☐ Άλλο: _____________ ☐ Θερμοκρασία προσαγωγής _________ (°C) Θερμοκρασία επιστροφής _________ (°C)	

Για τοπικές μονάδες παραγωγής ψύξης / θέρμανσης	Κυκλοφορία αέρα (m^3/h)	
	Θερμοκρασία αέρα προσαγωγής (^oC)	
	Θερινή: _________ (^oC)	Χειμερινή: _________ (^oC)
Ενεργειακή Σήμανση :	A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐	
Φύλλα συντήρησης	☐	
Χωροθέτηση ψυχροστασίου - ψυκτικής μονάδας	Θέση ψυκτικής μονάδα σε	
	Εσωτερικό χώρο	☐
	Εξωτερικό χώρο	☐
	Ευκολία πρόσβασης στο ψυχροστάσιο	☐
	Ευκολία στη συντήρηση – επισκευή μονάδας	☐

6.1 Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης Μονάδας *(για κάθε μονάδα)*		
α/α Μονάδας: __________________		
Διαθέσιμα Στοιχεία για την λειτουργία του συστήματος παραγωγής ψύξης	Φύλλο εκκίνησης κατασκευαστή	☐
	Οδηγίες Λειτουργίας & Συντήρησης μονάδας ψύξης	☐
	Αρχείο Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας	☐
	Κατασκευαστικά Σχέδια Εγκατάστασης	☐
	Τιμολόγια ενέργειας	☐
Οπτική Επιθεώρηση:	Διαρροή ψυκτικού μέσου	☐
	Συμπυκνώματα νερού	☐
	Φθορές και διαβρώσεις επί της μονάδας	☐
	Καθαριότητα της μονάδας	☐
	Θερμομόνωση μονάδας	☐
	Θερμομόνωση σωληνώσεων μεταφοράς ψυκτικού μέσου	☐
	Κραδασμοί και θόρυβοι κατά την λειτουργία της μονάδας	☐
	Θερμοστάτες ελέγχου	☐
	Μανόμετρα ελέγχου	☐
	Πρεσσοστάτες ελέγχου	☐
	Ηλεκτρικός πίνακας αυτοματισμών	☐
	Ηλεκτρικά στοιχεία μονάδας	☐
	Χωροθέτηση μονάδας	☐
	Επαρκής αερισμός ψυχροστασίου	☐

6.2. Τελική Διάγνωση Μονάδας				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση της μονάδας:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
Η εγκατάσταση βάσει της ονομαστικής ψυκτικής ισχύος χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η λειτουργία βάσει της απόδοσης ψύξης χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η συντήρηση βάσει της υπάρχουσας κατάσταση της μονάδας ψύξης χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐

7. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Διανομής

(ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)

α/α Συστήματος: ____________				
Τύπος δικτύου :	Ψυκτικό ρευστό ☐ Ψυχρό νερό ☐ Ψυχρό/θερμό νερό ☐ Άλλο ________ ☐			
Είδος αυτονόμησης	Με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάνα ☐ Με ανεξάρτητο κυκλοφορητή ☐ Με ανεξάρτητο ψυχροστάσιο ☐ Δεν υπάρχει αυτονόμηση ☐ Άλλο ___________________☐			
Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου:		Επαρκής	Μέτρια	Ανεπαρκής
	Σωλήνες σε εξωτερικούς χώρους:	☐	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη κλιματιζόμενους χώρους	☐	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους κλιματιζόμενους χώρους	☐	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε φρεάτια ή ψευδοροφές	☐	☐	☐
	Άλλος χώρος διέλευσης: ______________________	☐	☐	☐

Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου:			Ποσοστό (%)
	Διαρροές στο δίκτυο:	☐	
	Διαβρωμένοι σωλήνες:	☐	
	Κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο:	☐	
	Συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις:	☐	
	Αποφράξεις στο δίκτυο:	☐	
	Συμπυκνώσεις δικτύου σε εξωτερικούς χώρους	☐	
	Άλλο: ________________________________	☐	

Μέσο απόδοσης προς τερματικές μονάδες	Νερό ☐ Ψυκτικό ρευστό ☐ Αέρας ☐ Άλλο¨___________ ☐	
Θερμοκρασία μέσου (^oC):	Ψύξη	Θέρμανση
	Προσαγωγή ___________________	___________________
	Επιστροφή ___________________	___________________
Εναλλάκτης:	☐	Θερμική απόδοση (%) : _____________ Περιγραφή: __________________________________
Δοχείο αδρανείας:	Ψύξη ☐	Χωρητικότητα (lt): ___________________ Περιγραφή: __________________________________
	Θέρμανση ☐	Χωρητικότητα (lt): ___________________ Περιγραφή: __________________________________
Ροή μέσου :	Σταθερή ☐	Μεταβλητή ☐

Κυκλοφορητές-Αντλίες	**Τύπος**	**Αριθμός**	**Ισχύς (W)**	**Ενεργειακή Κλάση**
	Σταθερών στροφών			
	Ρυθμιζόμενων στροφών			
	Ηλεκτρονικό Δp-σταθερό			
	Ηλεκτρονικό Δp-μεταβλητό			
	Ηλεκτρονικό Δp-T			
	Μόνιμου μαγνήτη			
	Άλλο:________________			

Μετρούμενα μεγέθη	
Πτώση πίεσης δικτύου (Pa)	
Παροχή ψυκτικού μέσου: (m^3/s)	
Εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας (hrs)	

8. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Τερματικών Μονάδων ***(ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)***	
α/α Συστήματος: ____________	
Τύπος:	Κεντρική κλιματιστική μονάδα ΚΚΜ ☐ Μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) Οροφής ☐ Δαπέδου ☐ Κασέτας ☐ Ντουλάπας ☐ Τοίχου ☐ Ενδοδαπέδιο ☐ Ενδοτοίχιο ☐ Τοπικά κλιματιστικά ενιαία (monoblock) ☐ Τοπικά κλιματιστικά διαιρούμενα (split) ☐ Καναλάτα χαμηλού προφίλ ☐ Άλλο: ______________ ☐
Αριθμός & Περιγραφή	
Ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil)	Οροφής: _________ Περιγραφή: ____ ____ Δαπέδου: ________ Περιγραφή: ____ ____
ΚΚΜ	__________ Περιγραφή: ____ ____
Τοπικά κλιματιστικά:	__________ Περιγραφή: ____ ____

8.1 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (ΚΚΜ)		
α/α ΚΚΜ: ____________		
α/α Ζώνης		
Λειτουργίες:	Ψύξη ☐ Θέρμανση ☐ Προθέρμανση ☐ Φίλτρανση ☐ Ύγρανση ☐ Αφύγρανση ☐ Παροχή νωπού αέρα ☐	
Θέση	Εσωτερικά ☐ Εξωτερικά ☐ Μικρή ☐ Μεγάλη ☐ απόσταση από κλιματιζόμενη ζώνη	
Εταιρεία Κατασκευής: **Τύπος (Μοντέλο):** **Σειριακός Αριθμός:**	______________________ ______________________ ______________________	**Έτος Κατασκευής:_________** **Έτος Εγκατάστασης:_______**
Ονομαστική Ισχύ:	Ψυκτική αποδιδόμενη	____________ (kW)
	Θερμική αποδιδόμενη	____________ (kW)
Ώρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο _______(hrs)	Χειμερινή περίοδο _______(hrs)
Ψυκτικό / Θερμικό μέσο **Παροχή (m^3/h)**	Ψυκτικού __________ (m^3/h)	Θερμικού __________ (m^3/h)
Θερμοκρασία (°C)	Προσαγωγής __________ (°C) Επιστροφής ___________ (°C)	Προσαγωγής __________ (°C) Επιστροφής ___________ (°C)
Παροχή αέρα (m^3/h)		
Ανακυκλοφορία αέρα (%)	Θερινή περίοδο ________	Χειμερινή περίοδο ________
Ρύθμιση ανακυκλοφορίας	Αναλογική ή αφής/σβέσης ☐ Πεταλούδα (damper) ☐ Νωπού βάση αισθητηρίου CO_2 ☐ Νωπού βάση λειτουργίας free cooling ☐	
Τύπος Ανεμιστήρα **Προσαγωγής**	Εμπρός κεκλιμένα πτερύγια ☐ Πίσω κεκλιμένα πτερύγια ☐	Ρυθμιστής στροφών (inverter) ☐
Επιστροφής	Εμπρός κεκλιμένα πτερύγια ☐ Πίσω κεκλιμένα πτερύγια ☐	Ρυθμιστής στροφών (inverter) ☐
Ειδική ισχύς ανεμιστήρα (kW.sec/m^3)	Προσαγωγής ____________	Επιστροφής ____________
Συνθήκες αέρα		

προσαγωγής **Θερμοκρασία (°C)** **Υγρασία (gr/kg ξ.α.)**	Θερινή περίοδο ________ Θερινή περίοδο ________	Χειμερινή περίοδο ________ Χειμερινή περίοδο ________
Εναλλάκτης ανάκτησης **Τύπος** **Ποσοστό ανάκτησης (%)** **Θερμότητας** **Υγρασίας**	Πλακοειδής ☐ Τροχός θερμότητας ☐ Τροχός ενθαλπίας ☐ Άλλο: _______________ ☐ ________ (%) ________ (%)	
Σύστημα ύγρανσης **Τύπος** **Ποσότητα υδρατμών (gr/hr)**	Ατμού ☐ Νερού (ψεκασμού) ☐ Νερού (υγρών επιφανειών) ☐ ___________ (gr/hr)	
Φίλτρα	Προφίλτρα ☐	Αριθμός _______
	Σακόφιλτρα ☐	Αριθμός _______
	Απόλυτα φίλτρα ☐	Αριθμός _______
	Ηλεκτροστατικά φίλτρα ☐	Αριθμός _______
	Χημικά φίλτρα ☐	Αριθμός _______
	Άλλα φίλτρα: ___________	Αριθμός _______
Θερμοστάτες λειτουργίας	Παροχής ψυκτικού μέσου ☐ Επιστροφής ψυκτικού μέσου ☐	
	Παροχής θερμικού μέσου ☐ Επιστροφής θερμικού μέσου ☐	
	Προσαγωγής ☐ Επιστροφής ☐ Απόρριψης ☐	
	Νωπού αέρα ☐ Κιβωτίου μίξης ☐ Παροχής αέρα ☐	

8.2 Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης ΚΚΜ		
Διαθέσιμα Στοιχεία για την λειτουργία της ΚΚΜ	Οδηγίες Λειτουργίας & Συντήρησης ΚΚΜ	☐
	Αρχείο Φύλλων Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας ΚΚΜ	☐
Οπτική Επιθεώρηση:	Εύκολη πρόσβαση στην ΚΚΜ	☐
	Επικαθήσεις επί της ΚΚΜ	☐
	Τακτική συντήρηση ΚΚΜ	☐
	Διαβρώσεις επί της ΚΚΜ	☐
	Φθορές στο κέλυφος της ΚΚΜ	☐
	Αεροστεγανότητα κελύφους ΚΚΜ	☐
	Επαρκής θερμομόνωση ΚΚΜ	☐
	Επαρκής θερμομόνωση αγωγών προσαγωγής και επιστροφής αέρα	☐
	Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου	☐
	Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων	☐
	Επαρκής λειτουργία βαλβίδων παροχής / επιστροφής ψυκτικού/θερμικού μέσου	☐
	Επαρκής λειτουργία βαλβίδων του συστήματος ύγρανσης	☐
	Διαρροή κλιματιζόμενου αέρα ΚΚΜ	☐
	Σωστή λειτουργία ανεμιστήρα	☐
	Σωστή τοποθέτηση στομίων αναρρόφησης νωπού αέρα	☐
	Τακτικός καθαρισμός εναλλάκτη ΚΚΜ	☐
	Σωστή υδραυλική σύνδεση με το δίκτυο (εξισορρόπηση)	☐
	Επικαθήσεις στα στόμια προσαγωγής κλιματιζόμενου αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους	☐
	Επικαθήσεις στα στόμια απαγωγής κλιματιζόμενου αέρα από τους κλιματιζόμενους χώρους	☐

8.3 Συστήματα Μηχανικού Αερισμού / Εξαερισμού		
α/α Ανεμιστήρα: ______		
Χρήση	Προσαγωγής αέρα ☐ Εκτόνωσης/ Απαγωγής αέρα ☐	
Εταιρεία Κατασκευής: **Τύπος (Μοντέλο):** **Σειριακός Αριθμός:**	____________________________ ____________________________ ____________________________	**Έτος Κατασκευής:_________** **Έτος Εγκατάστασης:_______**
Χαρακτηριστικά μεγέθη	Ισχύς (kW)	_____________
	Ένταση ρεύματος (A)	_____________
	Αριθμός στροφών (rpm)	_____________
Ρυθμιστής στροφών	☐	
Συνθήκες λειτουργίας	Πλήρες φορτίο	Μερικό φορτίο
Παροχή αέρα (m^3/h)	____________	_____________
Ειδική κατανάλωση αέρα ($kW.sec/m^3$)	____________	_____________
Πτώση πίεσης αέρα στο δίκτυο (Pa)	____________	_____________
Εναλλάκτης ανάκτησης **Τύπος** **Ποσοστό ανάκτησης(%)** **Θερμότητας** **Υγρασίας**	Πλακοειδής ☐ Τροχός θερμότητας ☐ Τροχός ενθαλπίας ☐ Άλλο: _______________ ☐ ________ (%) ________ (%)	

8.4 Μετρήσεις Τεχνικών Χαρακτηριστικών ΚΚΜ και Συστήματος Αερισμού		
Πτώση πίεσης στα φίλτρα νωπού αέρα (Pa)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα προσαγωγής(Pa)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα επιστροφής (Pa)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) νωπού αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) προσαγωγής αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) επιστροφής αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) νωπού αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) ανεμιστήρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Παροχή ψυκτικού μέσου (m^3/s)	Ψυχρού: _____	Θερμού _____
Απόδοση Εναλλάκτη θερμότητας (%)		

8.5 Άλλες Τερματικές Μονάδες (ΤΜ) ***(για κάθε μονάδα)***		
Τύπος: _____________		
Αριθμός: _________		
α/α Ζώνης		
Τελική Χρήση:	Ψύξη χώρων	☐
	Θέρμανση χώρων	☐
Εταιρεία Κατασκευής: **Τύπος (Μοντέλο):** **Σειριακός Αριθμός:**	___________________________ ___________________________ ___________________________	**Έτος Κατασκευής:__________** **Έτος Εγκατάστασης:________**
Ονομαστική Ισχύς:	Ηλεκτρική απορροφούμενη	_____________ (kW)
	για ψύξη	_____________ (kW)
	για θέρμανση	_____________ (kW)
Ονομαστική Ισχύς:	Ψυκτική αποδιδόμενη	_____________ (kW)
	Θερμική αποδιδόμενη	_____________ (kW)
	Ηλεκτρική απορροφούμενη από ανεμιστήρες	_____________ (kW)
Ώρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο ________(hrs)	Χειμερινή περίοδο ________(hrs)
Ψυκτικό / Θερμικό μέσο **Παροχή (m^3/h)**	Ψυκτικού ___________ (m^3/h)	Θερμικού ___________ (m^3/h)
Θερμοκρασία (°C)	Προσαγωγής ___________ (°C) Επιστροφής ____________ (°C)	Προσαγωγής ___________ (°C) Επιστροφής ____________ (°C)
Κυκλοφορία αέρα (m^3/h)	______________ (m^3/h) Ταχύτητα ________ ______________ (m^3/h) Ταχύτητα ________ ______________ (m^3/h) Ταχύτητα ________	
Θερμοκρασία παρεχόμενου αέρα (°C)	Θερινή περίοδο ________	Χειμερινή περίοδο ________

8.6 Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης ΤΜ		
Διαθέσιμα Στοιχεία για την λειτουργία της ΤΜ	Οδηγίες Λειτουργίας & Συντήρησης	☐
	Αρχείο Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας	☐
Οπτική Επιθεώρηση:	Τακτικός καθαρισμός και συντήρηση	☐
	Τακτικός καθαρισμός/αλλαγή φίλτρων (εφόσον υπάρχουν)	☐
	Διαβρώσεις και φθορές στο εξωτερικό κέλυφος	☐
	Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου	☐
	Φθορές στα στοιχεία των εναλλακτών	☐
	Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων	☐
	Σωστή θέση εγκατάστασης	☐
	Εμπόδια γύρω από τις μονάδες	☐
	Επαρκής λειτουργία ανεμιστήρα (εφόσον υπάρχει)	☐

8.7 Βοηθητικές Μονάδες Διανομής Θερμικής και Ψυκτικής Ενέργειας						
α/α Ζώνης						
Τύπος						
Περιγραφή δικτύου διανομής						
Αριθμός						
Ισχύς (kW)						
Συντελεστής βαρύτητας						
Μηνιαίες ώρες λειτουργίας						
Απόδοση δικτύου διανομής (%) **Θερμικής ενέργειας** **Ψυκτικής ενέργειας**						

9. Χαρακτηριστικά Συστημάτων Ελέγχου *(για κάθε σύστημα)*		
α/α Συστήματος: _____________		
Κεντρικό σύστημα ελέγχου – ρύθμισης:	Χρονοδιακόπτης ☐ Σύστημα αντιστάθμισης ☐ BEMS ☐ Άλλο: ____________ ☐	
Σύστημα ελέγχου – ρύθμισης επιμέρους κλάδων του δικτύου:	Απλός διακόπτης αφής/σβέσης	☐
	Χρονοδιακόπτης	☐
	Ηλεκτρομηχανικός θερμοστάτης χώρου	☐
	Ηλεκτρονικός θερμοστάτης χώρου	☐
	Ψηφιακός θερμοστάτης χώρου	☐
	Με αισθητήριο εξωτερικής θερμοκρασίας αέρα	☐
	Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου	☐
	Άλλο: ____________	☐
Θερμοστάτης σε κάθε θερμική ζώνη	Ηλεκτρομηχανικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου	☐
	Ηλεκτρονικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου	☐
	Ψηφιακός κεντρικός θερμοστάτης χώρου	☐
	Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου	☐
	Με θερμοστατικές κεφαλές στα θερμαντικά σώματα (έλεγχος ανά δωμάτιο)	☐
	Με θερμοστάτες στα fan coils (έλεγχος ανά δωμάτιο)	☐
	Χρονοδιακόπτης	☐
	Άλλο: ____________	☐
Σωστή θέση θερμοστάτη		☐
Σωστή ρύθμιση θερμοστάτη		☐
Ρυθμιστικές βάνες στις ΤΜ		☐
Οδηγίες λειτουργίας για τα επιμέρους συστήματα ελέγχου		☐

10. Τελική Διάγνωση				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
Η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Ο εξοπλισμός χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η λειτουργία χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Η συντήρηση χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☐
Εκτιμώμενη συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού:	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
	☐	☐	☐	☐

11. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις

Ημερομηνία Επιθεώρησης: _

Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: _

Α.Μ. Επιθεωρητή: _

Αρ. Πρωτοκόλλου Επιθεώρησης: _

Υπογραφή Επιθεωρητή: Σφραγίδα:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – Υ.Π.Ε.Κ.Α.

ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

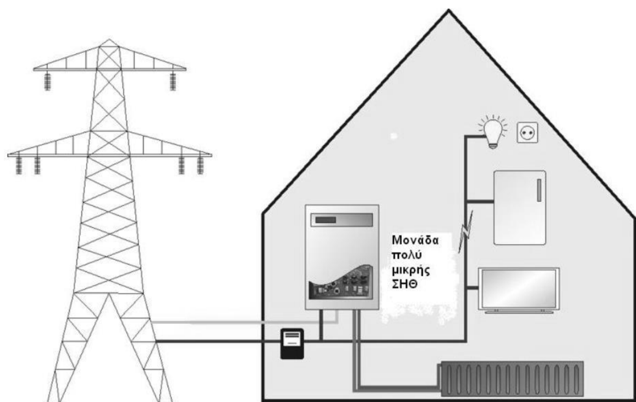
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-5/2012

ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ, ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ & ΨΥΞΗΣ: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ



Β΄ έκδοση

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

Ομάδα εργασίας που συνέταξε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

ΔΑΟΥΤΗΣ ΛΟΥΚΑΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
Καθ. ΔΙΑΛΥΝΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΘΕΟΦΥΛΑΚΤΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, MSc, υπεύθυνος ομάδας
Καθ. ΜΑΛΑΧΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	Δρ. Ηλεκτρολόγος - Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΟΙΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός
ΜΟΥΜΤΖΗΣ ΘΕΟΦΑΝΗΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, MSc
ΣΩΦΡΟΝΗΣ ΗΛΙΑΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, δρ
ΤΟΣΙΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ	Μηχανολόγος Μηχανικός, MSc

Συμμετέχοντες

Καθ. ΦΡΑΓΚΟΠΟΥΛΟΣ Α. ΧΡΗΣΤΟΣ	Δρ. Μηχανολόγος Ηλεκτρολόγος
ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗ ΟΛΓΑ	Ενεργειακός Μηχανικός, Τ.Ε.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η Χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους Πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία, σύμφωνα με τον Νόμο 3661/2008.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή του Νόμου υπήρξε η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και το Προεδρικό Διάταγμα που θα καθόριζε τις προδιαγραφές και τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος των Ενεργειακών Επιθεωρητών των Κτηρίων.

Η προσπάθεια έκδοσής τους διήρκησε συνολικά τρία χρόνια και έχει πια ολοκληρωθεί. Σε αυτήν τη μακρά πορεία δοκιμάστηκαν πολλά διαφορετικά μοντέλα επιστημονικής μεθοδολογίας και άλλαξαν αμέτρητες φορές οι επιμέρους διατάξεις. Είναι αξιοσημείωτη η μεγάλη καθυστέρηση, ενώ η Χώρα, αρκετά χρόνια πριν την έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας, είχε ανενεργή πλήρη πρόταση και κανονισμό (ΚΟΧΕΕ).

Το ΤΕΕ, ως τεχνικός Σύμβουλος της Πολιτείας και εκπροσωπώντας τα 106.000 πλέον Μέλη του, συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κ.Εν.Α.Κ και των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Για τον λόγο αυτόν, ενεργοποίησε πάνω από εκατό επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων οι οποίοι ανέπτυξαν και ολοκλήρωσαν τις παραπάνω οδηγίες και έθεσαν τις βάσεις, ώστε τα οφέλη του εγχειρήματος εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πολλαπλά, δηλαδή

- να είναι η ενεργειακή επιθεώρηση μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος και όχι μια γραφειοκρατική, τυπική διαδικασία και
- να αλλάξει η μελέτη ενεργειακής απόδοσης τις ως σήμερα διακριτές μελέτες αρχιτεκτονικών, στατικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και να εισαγάγει στην εκπόνηση των μελετών την ουσιαστική συνεργασία και το κοινό σχεδιασμό, τη συμφιλίωση, δηλαδή, της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την τεχνολογία.

Αξίζει να επισημανθεί η καινοτομία εισαγωγής της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής Κτηρίων, μέσω του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ, στο σχεδιασμό των κτηρίων μας.

Οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους, και τους υπόλοιπους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, που με όραμα και επιμονή και κυρίως εθελοντική εργασία συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του Κ.Εν.Α.Κ και των ΤΟΤΕΕ.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ξεχωρίσω τη συμβολή των παρακάτω συναδέλφων, τους οποίους και αναφέρω αλφαβητικά:

- Γαγλία Αθηνά, ΜΜ, που καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής του ΤΕΕ κατέβαλε υπεράνθρωπες προσπάθειες
- Γιδάκου Λία, ΧΜ, στέλεχος του ΥΠΕΚΑ που στήριξε πολύπλευρα την προσπάθεια του ΤΕΕ
- Ευθυμιάδη Απόστολο, ΜΜ, και την Επιτροπή Κ.Εν.Α.Κ του ΤΕΕ, που εισήγαγαν και στήριξαν τη μέθοδο του κτηρίου αναφοράς
- Λάσκο Κώστα, ΠΜ
- Μαντά Δημήτρη, ΜΜ
- Μπαλαρά Κωνσταντίνο, ΜΜ, Διευθυντή Ερευνών Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών
  και
- τον Αραβαντινό Δημήτρη, Αναπληρωτή Καθηγητή του ΑΠΘ,

- τα στελέχη του ΚΑΠΕ,
- τα στελέχη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το ΤΕΕ, υπερήφανο για την έως σήμερα συμβολή του, δεσμεύεται για τη συνέχιση της έκδοσης νέων ΤΟΤΕΕ και την αναβάθμιση των υπαρχόντων.

Το εγχείρημα της εξοικονόμησης ενέργειας, του μεγαλύτερου εγχώριου ενεργειακού κοιτάσματος της χώρας μας, μπορεί να αποτελέσει την αιχμή της προσπάθειάς μας για την ανάταξη του περιβάλλοντος για την αναβάθμιση των φυσικών και τεχνητών συνθηκών της ποιότητας της ζωής μας, για μια νέα παραγωγική δομή, για την ανάπτυξη της χώρας μας.

Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ

Χρήστος Σπίρτζης

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) είναι, αποδεδειγμένα, μια τεχνολογία που συνεισφέρει στην εξοικονόμηση πρωτογενούς καυσίμου, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό στην εποχή των πανάκριβων και εισαγόμενων στη χώρα μας ορυκτών καυσίμων. Η ΣΗΘ αποκεντρώνει το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής, συμβάλλοντας στην ευστάθειά του και στη μείωση των απωλειών μεταφοράς και διανομής ηλεκτρισμού και συνεισφέρει στην εξισορρόπηση μεταξύ παραγωγής και ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις περιόδους αιχμιακής ζήτησης, μειώνοντας τον κίνδυνο πτώσης του ηλεκτρικού δικτύου (black-outs). Τέλος, συνεισφέρει στον περιορισμό εκπομπών αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και στην επίτευξη των στόχων της Σύμβασης Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή. Σήμερα, το 11% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη είναι από συστήματα ΣΗΘ, ενώ το ποσοστό στην Ελλάδα είναι περίπου 1,5–2%.

Οι εφαρμογές των συστημάτων ΣΗΘ ποικίλουν τόσο στο βιομηχανικό όσο και στον κτηριακό τομέα, αφού τα συστήματα αυτά μπορούν να καλύψουν ταυτόχρονα τόσο τις ηλεκτρικές, όσο και τις θερμικές και ψυκτικές ανάγκες ενός κτηρίου, ανεξαρτήτως μεγέθους.

Σήμερα, τα υπάρχοντα πρότυπα και κανόνες αφορούν μεγαλύτερης ισχύος μονάδες ΣΗΘ και η πιθανή εφαρμογή των κανόνων αυτών για πολύ-μικρής (έως 50 kW_e) και μικρής ισχύος (έως 1 MW_e) μονάδων ΣΗΘ, θα οδηγούσε σε ιδιαίτερα αυξημένο κόστος επένδυσης.

Επίσης, απαιτούνται προδιαγραφές που θα δίνουν ιδιαίτερη βαρύτητα στη διασύνδεση των συστημάτων ΣΗΘ με τα Δίκτυα, είτε αυτές αφορούν εγκαταστάσεις πολύ μικρής ΣΗΘ είτε εγκαταστάσεις εμπορικών καταναλωτών (μικρή ΣΗΘ), καθώς δεν υπάρχει σχετική τεχνική κατάρτιση και συνεπώς απαιτείται ιδιαίτερη προστασία.

Για τους παραπάνω λόγους, είναι απαραίτητο να καθορισθούν οι τεχνικές προδιαγραφές που θα αφορούν όλα τα τεχνικά θέματα που θα προκύψουν.

Ο σκοπός της παρούσας Τεχνικής Οδηγίας είναι ο καθορισμός των τεχνικών κανόνων που θα εξασφαλίζουν τα παραπάνω, καθώς και οι ειδικότερες απαιτήσεις για τη διασύνδεση του συστήματος ΣΗΘ με το Δίκτυο ή το Σύστημα (π.χ. με τον εξοπλισμό ζεύξης και προστασίας των εγκαταστάσεων των συστημάτων ΣΗΘ) και τα δίκτυα παροχής καυσίμου (Φ.Α. κ.ά.).

Η συντακτική Ομάδα της Τεχνικής Οδηγίας ευχαριστεί θερμά την κ.ά. Όλγα Κουτσογιάννη, Ενεργειακό Μηχανικό, Τ.Ε., για τη βοήθεια της στην ανάπτυξη και την επιμέλεια του κειμένου.

Η συντακτική Ομάδα της Τεχνικής Οδηγίας ευχαριστεί θερμά τον καθ. Χρ. Α. Φραγκόπουλο, της Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ, για τις πολύτιμες συμβουλές και παρατηρήσεις του σχετικά με το παρόν κείμενο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΔΔ	Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης
ΑΔΓ	Αυτόματος Διακόπτης Γεννήτριας
ΖΝΧ	Ζεστό Νερό Χρήσης
ΗΕ	Ηλεκτρική Ενέργεια
ΚΘΙ	Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα
ΜΤ	Μέση Τάση
ΣΗΘ	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού & Θερμότητας
ΣΗΘΥΑ	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού & Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας
ΣΚΣ	Σημείο Κοινής Σύνδεσης
ΣΣΔ	Σημείο Σύνδεσης Δίκτυο
ΦΑ	Φυσικό Αέριο
ΧΤ	Χαμηλή Τάση
ΨΑ	Ψύκτης Απορρόφησης
MR-IND	Metering and regulating Station - Industrial
MRS	Measuring & Regulating Station

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Q_x = ανακτώμενη θερμότητα από τον εναλλάκτη των χιτωνίων
Q_k = ανακτώμενη θερμότητα από τα καυσαέρια μέσω του λέβητα
$Q_δ$ = απορριπτόμενη θερμότητα στο περιβάλλον από τη μηχανή
$Q_ε$ = απορριπτόμενη θερμότητα στο περιβάλλον από τα καυσαέρια
Q_w = χρήσιμη θερμική ενέργεια = $Q_x + Q_k$
Q = η προσδιδόμενη θερμότητα
W = η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια
Nm^3 = Normal Conditions m^3 – Κανονικές Συνθήκες 1 atm 0 ^oC
Sm^3 = Standard Conditions m^3 – Πρότυπες Συνθήκες 1 atm, 15,5 ^oC

ΟΡΙΣΜΟΙ

Για την καλύτερη κατανόηση των τεχνικών όρων που παρατίθενται στην παρούσα Τεχνική Οδηγία, δίνονται οι παρακάτω ορισμοί, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τους ορισμούς της επιστήμης:

- **Αυτοπαραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας:** Εκείνος που παράγει ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη των δικών του αναγκών και διακρίνεται σε «συνδεδεμένο» ή «αυτόνομο» ανάλογα εάν ο σταθμός είναι συνδεδεμένος ή όχι με το Δίκτυο.
- **Ανεξάρτητος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας:** Εκείνος που παράγει ηλεκτρική ενέργεια και τη διαθέτει αποκλειστικά στο Δίκτυο.
- **Αργές Μεταβολές της Τάσης**: Είναι οι μεταβολές της τάσης «μόνιμης κατάστασης», οι οποίες εκφράζονται από τις μέσες τιμές 10 λεπτών της ώρας της τάσης (όπως προβλέπεται στο πρότυπο ΕΝ 50160) και μπορεί να οφείλονται σε αντίστοιχες διακυμάνσεις της ισχύος εξόδου των εγκαταστάσεων παραγωγής ή σε μεταβολές του φορτίου του δικτύου. Συχνά χρησιμοποιείται η εκατοστιαία μεταβολή της τάσης, ε(%), η οποία εκφράζει τη μεταβολή της τάσης ανηγμένη επί της ονομαστικής τάσης του δικτύου:

$$ε(\%) = 100 \cdot \frac{ΔU}{U_n}$$

Εάν ΔU είναι η προκαλούμενη πτώση ή ανύψωση της τάσης επί της σύνθετης αντίστασης βραχυκυκλώσεως του δικτύου εξαιτίας του ρεύματος της σχετικής εγκατάστασης παραγωγής, όπως υπολογίζεται από την επίλυση του ανά φάση ισοδύναμου κυκλώματος, πρέπει να χρησιμοποιείται η ονομαστική φασική τάση και ισχύει:

$$\varepsilon(\%) = 100 \cdot \frac{\Delta U}{\left(U_n / \sqrt{3} \right)}$$

Σημειώνεται ότι για τις συνδέσεις χρηστών στο δίκτυο ΧΤ, το σημείο σύνδεσης στο δίκτυο (ΣΣΔ) συνήθως συμπίπτει με το σημείο κοινής σύνδεσης (ΣΚΣ) και είναι το σημείο εκείνο στο οποίο γίνεται η σύνδεση του καλωδίου παροχής στη γραμμή διανομής. Για την επιλογή του ΣΣΔ μιας νέας σύνδεσης εξετάζεται αρχικά η δυνατότητα σύνδεσης στο πλησιέστερο σημείο του υφισταμένου δικτύου ΧΤ. Εάν αυτό δεν είναι επιτρεπτό εξετάζεται η δυνατότητα σύνδεσης σε πλησιέστερο προς τον υποσταθμό ΜΤ/ΧΤ σημείο, μέχρι τους ζυγούς ΧΤ. Εάν και πάλι δεν πληρούνται όλες οι απαιτήσεις, η σύνδεση πραγματοποιείται με την κατασκευή ενός νέου υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ σε κατάλληλη θέση.

- **Δείκτης Wobbe**: Ο δείκτης Wobbe (I_W) ή αριθμός Wobbe είναι δείκτης της εναλλαγής των αερίων καυσίμων, όπως το φυσικό αέριο, υγραέριο (LPG), και του φυσικού αερίου της πόλης και ορίζεται ως:

$$I_W = \frac{V_C}{\sqrt{G_S}}$$

όπου

V_c, είναι η ανώτερα θερμογόνος ικανότητα του αερίου καυσίμου

G_s, είναι το ειδικό βάρος του αερίου καυσίμου.

Διακρίνουμε τον ανώτερο (Is) και τον κατώτερο δείκτη Wobbe (Ii).

Ο δείκτης Wobbe χρησιμοποιείται για να συγκρίνει το ενεργειακό αποτέλεσμα καύσης από διαφορετικής σύνθεσης αέρια καύσιμα σε μια συσκευή. Αν δύο καύσιμα έχουν ταυτόσημους Δείκτες Wobbe, για δεδομένη πίεση η παραγωγή ενέργειας θα είναι η ίδια. Κατά κανόνα, παραλλαγές τους μέχρι ποσοστού 5% επιτρέπονται.

Ο δείκτης Wobbe συνήθως εκφράζεται σε BTU/Sft^3 ή MJ/ Sm^3 (1000 BTU/Sft^3= 37,3 MJ/Sm^3). Στην περίπτωση του φυσικού αερίου (μοριακή μάζα 17 g/mol), η τυπική τιμή είναι περίπου 1.050 BTU/Sft^3 και με τη σχετική, ως προς τον αέρα, πυκνότητα του ΦΑ περίπου 0,59, δίνοντας ένα χαρακτηριστικό δείκτη Wobbe, 1.367 BTU/Sft^3 (51 MJ/m^3). Υπάρχουν τρεις σειρές ή «οικογένειες» καυσίμων αερίων που έχουν συμφωνηθεί διεθνώς με βάση το δείκτη Wobbe:

- οικογένεια 1: καλύπτει τα μεταποιημένα αέρια
- οικογένεια 2: καλύπτει το φυσικό αέριο
- οικογένεια 3: καλύπτει το υγραέριο (LPG).

Οικογένεια	Τύπος αερίου	Εύρος δείκτη Wobbe (MJ/Sm^3)
1	Αέριο πόλης /Συνθετικό αέριο	22.5 – 30
2 L	ΦΑ	39 – 45
2 H	ΦΑ	45.5 – 55
3	LPG	73.5 – 87.5

- **Ενέργεια καυσίμου, F_C**: Το σύνολο της ενέργειας καυσίμου (ή καυσίμων) που καταναλώθηκε από τη μονάδα ΣΗΘ για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας E_c και της χρήσιμης θερμικής ενέργειας, H_{CHP}. Διευκρινίζεται ότι η ενέργεια αυτή υπολογίζεται με βάση την **κατώτερη** θερμογόνο ικανότητα (ΚΘΙ) του καυσίμου.
- **Ηλεκτρική ενέργεια από συμπαραγωγή, E_{CHP}**: Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο μιας διεργασίας συνδεόμενης με την παραγωγή χρήσιμης θερμικής ενέργειας και υπολογίζεται σύμφωνα με τη μεθοδολογία όπως αυτή περιγράφεται στην Υπουργική Απόφαση της 1420/15.7.2009, άρθρο 6.
- **Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης, η_e**: Ο λόγος της ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από τη μονάδα ΣΗΘ προς την ενέργεια καυσίμου, F_c, που καταναλώθηκε από τη μονάδα ΣΗΘ για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, E_c και της χρήσιμης θερμικής ενέργειας, H_{CHP}.

$$\eta_e = \frac{E_C}{F_C}$$

- **Θερμικός βαθμός απόδοσης η_h**: Ο λόγος της χρήσιμης θερμικής ενέργειας που προέρχεται από συμπαραγωγή H_{CHP}, προς την ενέργεια καυσίμου, F_c, που καταναλώθηκε από τη μονάδα, για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, E_c, και της χρήσιμης θερμικής ενέργειας, H_{CHP}.

$$\eta_h = \frac{H_{CHP}}{F_C}$$

- **Ολικός βαθμός απόδοσης η**: Το άθροισμα του ηλεκτρικού και του θερμικού βαθμού απόδοσης.

$$\eta = \eta_e + \eta_h$$

- **Κατάσταση λειτουργίας πλήρους συμπαραγωγής**: Η κατάσταση λειτουργίας κατά την οποία η μονάδα ΣΗΘ παράγει τη μέγιστη τεχνικά δυνατή χρήσιμη θερμότητα και, συγκεκριμένα, όταν επιτυγχάνει ολικό βαθμό απόδοσης τουλάχιστον ίσο με 80% εάν είναι α) τύπου συνδυασμένου κύκλου αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας ή β) ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης - απομάστευσης ή τουλάχιστον ίσο με 75% εάν είναι οποιουδήποτε άλλου τύπου.
- **Κατώφλι του ηλεκτρικού βαθμού απόδοσης, $\eta_{κατ}$**: Η ελάχιστη τιμή του ηλεκτρικού βαθμού απόδοσης μονάδας ΣΗΘ, προκειμένου να θεωρηθεί ότι η μονάδα βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας πλήρους συμπαραγωγής. Για συστήματα, εκτός συνδυασμένου κύκλου αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας και ατμοστροβίλου συμπύκνωσης-απομάστευσης, $\eta_{κατ}$ = 0.75.
- **Λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια, C**: Ο λόγος της ηλεκτρικής ενέργειας από συμπαραγωγή προς τη χρήσιμη θερμική ενέργεια, υπό κατάσταση λειτουργίας πλήρους συμπαραγωγής, με χρήση των επιχειρησιακών δεδομένων της συγκεκριμένης μονάδας.
- **Μονάδα συμπαραγωγής**: Η μονάδα, η δυνάμενη να λειτουργεί κατά τον τρόπο της συμπαραγωγής.
- **Μοναδιαία Εγκατάσταση Συστήματος ΣΗΘ**: Είναι μια εγκατάσταση που περιλαμβάνει μία μονάδα ΣΗΘ, συμπεριλαμβανομένων και όλων των απαιτούμενων για τη λειτουργία της ηλεκτρικών διατάξεων και συσκευών. Το όριο της μοναδιαίας εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ είναι το σημείο στο οποίο είναι συνδεδεμένη με άλλη μοναδιαία εγκατάσταση ή με την υπόλοιπη εγκατάσταση του Χρήστη ή με το Δίκτυο Διανομής.
- **Παραγωγή από συμπαραγωγή**: Το άθροισμα της ηλεκτρικής ή και μηχανικής ενέργειας και της χρήσιμης θερμικής ενέργειας που παράγονται από τη συμπαραγωγή.
- **Περίοδος αναφοράς**: Η χρονική περίοδος για την οποία ζητείται ο υπολογισμός της ηλεκτρικής ενέργειας από συμπαραγωγή και της αποδοτικότητας της συμπαραγωγής.

- **Σημείο Κοινής Σύνδεσης (ΣΚΣ)**: Είναι το πλησιέστερο προς τον εξοπλισμό του συστήματος ΣΗΘ σημείο του δικτύου διανομής, στο οποίο συνδέεται (ή μπορεί να συνδεθεί μελλοντικά) άλλος χρήστης του (Καταναλωτής ή Παραγωγός). Αυτό είναι το σημείο στο οποίο το διασυνδετικό δίκτυο του παραγωγού συναντά το 'κοινόχρηστο' δίκτυο. Πρέπει να σημειωθεί ότι το ΣΚΣ αποτελεί το σημείο αναφοράς για τον προσδιορισμό των προκαλούμενων επιπτώσεων στη λειτουργία του δικτύου από την εγκατάσταση παραγωγής.
- **Σημείο Σύνδεσης στο Δίκτυο (ΣΣΔ)**: Είναι το σημείο του δικτύου Διανομής Μέσης Τάσης (ΜΤ) ή Χαμηλής Τάσης (ΧΤ) στο οποίο συνδέεται ο εξοπλισμός του συστήματος ΣΗΘ (Παραγωγός) και ευρίσκεται πάντοτε στην έξοδό του. Στο ΣΣΔ εγκαθίσταται η διάταξη μέτρησης της ενέργειας την οποία απορροφά η εγκατάσταση του αντίστοιχου καταναλωτή από το δίκτυο διανομής. Το ΣΣΔ αποτελεί το φυσικό όριο διαχωρισμού των αρμοδιοτήτων και της ευθύνης μεταξύ του Διαχειριστή του Δικτύου (το 2011:η ΔΕΗ Α.Ε.) και του ιδιοκτήτη του συστήματος ΣΗΘ. Για το δίκτυο ΜΤ, αυτό το φυσικό όριο είναι οι ακροδέκτες των μετασχηματιστών (Μ/Σ) εντάσεως της μέτρησης προς την πλευρά του παραγωγού. Γενικά, το ΣΣΔ και το ΣΚΣ μπορεί να είναι διαφορετικά.
- **Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ)**: Η ταυτόχρονη παραγωγή χρήσιμης θερμικής ενέργειας και ηλεκτρικής ή/και μηχανικής ενέργειας από την ίδια αρχική ενέργεια, στο πλαίσιο μόνο μίας διεργασίας.
- **Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ)**: Η συμπαραγωγή που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας τουλάχιστον κατά δέκα τοις εκατό (10%) σε σύγκριση με τη χωριστή παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή από μονάδες συμπαραγωγής **μικρής-** και **πολύ μικρής κλίμακας-** που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, ανεξαρτήτως ποσοστού, χαρακτηρίζεται ως **Συμπαραγωγή ΗΘ Υψηλής Αποδοτικότητας, ΣΗΘΥΑ**.
- **Συμπαραγωγή μικρής κλίμακας** μονάδα συμπαραγωγής με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ ίση ή μικρότερη του 1 MW_e.
- **Συμπαραγωγή πολύ μικρής κλίμακας** μονάδα συμπαραγωγής με μέγιστη ηλεκτρική ισχύ ίση ή μικρότερη από 50 kW_e.
- **Συντελεστής απώλειας ηλεκτρικής ισχύος, β**: Ο συντελεστής που ορίζεται από την εξίσωση:

$$\beta = -\frac{\Delta E_C}{\Delta H_{CHP}}$$

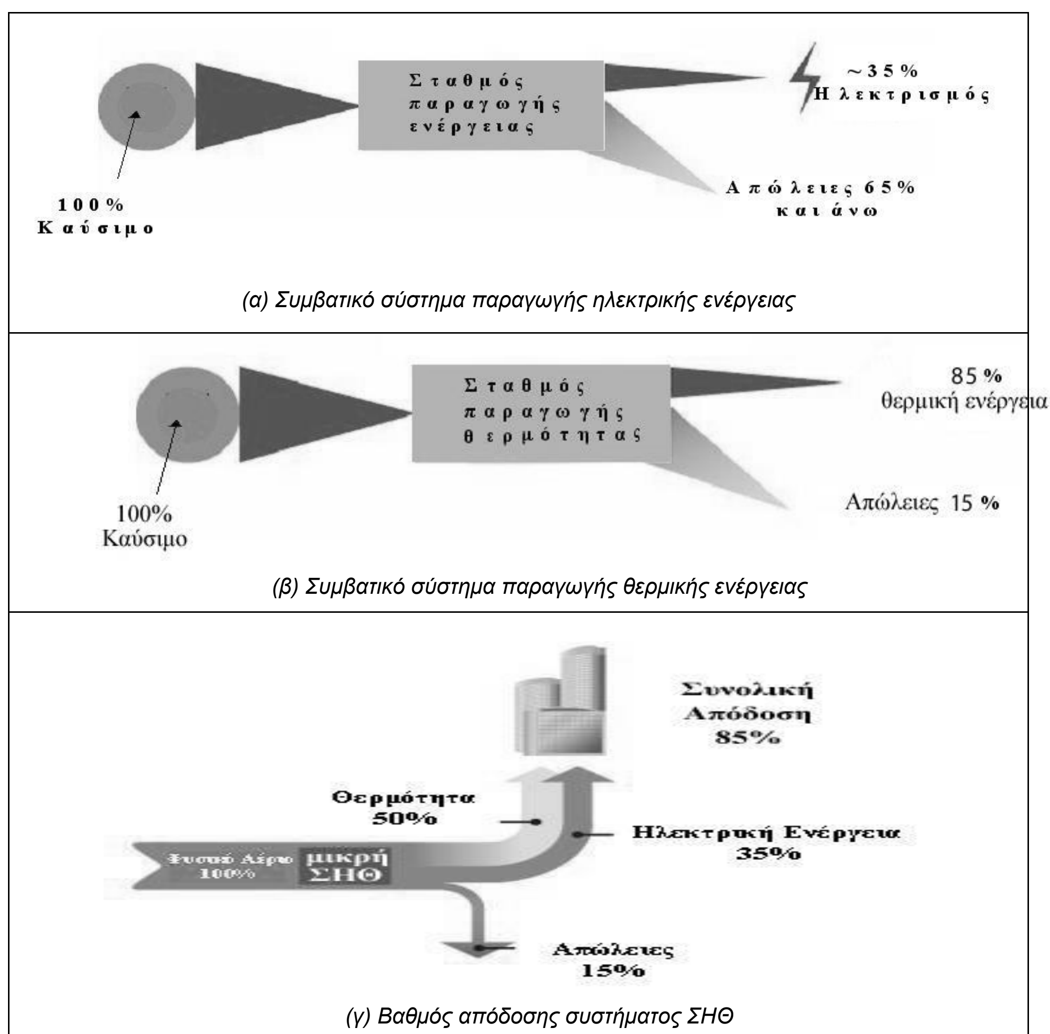
όπου ΔE_c είναι η μεταβολή της ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας εξαιτίας μεταβολής ΔH_{CHP} της χρήσιμης θερμικής ενέργειας της μονάδας συμπαραγωγής. Σε μονάδες ΣΗΘ με ατμοστρόβιλο συμπύκνωσης – απομάστευσης, θετικό ΔH_{CHP} προκαλεί αρνητικό ΔE_c. Για το λόγο αυτόν τίθεται το αρνητικό πρόσημο στην εξίσωση, ώστε η τιμή του β να είναι θετική. Αν και ο συντελεστής β ορίζεται αρχικά για μονάδες με ατμοστρόβιλο συμπύκνωσης – απομάστευσης, ο ορισμός ισχύει και για οποιοδήποτε σύστημα στο οποίο η αύξηση της παραγωγής χρήσιμης θερμότητας προκαλεί μείωση της παραγωγής ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας.

- **Χρήσιμη θερμική ενέργεια, H_{CHP}**: Η θερμική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διεργασίας συμπαραγωγής, προκειμένου να ικανοποιήσει μια οικονομικά δικαιολογημένη ζήτηση για θέρμανση ή ψύξη, η οποία καθορίζεται ως η ζήτηση που δεν υπερβαίνει τις ανάγκες θέρμανσης ή ψύξης και η οποία διαφορετικά θα ικανοποιείται από διαδικασίες παραγωγής χρήσιμων μορφών ενέργειας διαφορετικές από τη συμπαραγωγή.

1. <u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΣΗΘ)</u>

1.1. <u>ΓΕΝΙΚΑ</u>

Ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων ενός καταναλωτή ή μιας ομάδας καταναλωτών είναι η αγορά ηλεκτρισμού από το εθνικό δίκτυο και η καύση κάποιου καυσίμου σε λέβητα, για την παραγωγή θερμότητας, ΖΝΧ ή/και ατμού. Όμως, η μέση απόδοση των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι περίπου 35%, που σημαίνει ότι περίπου τα 2/3 της ενέργειας του καυσίμου χάνεται ως θερμότητα στο περιβάλλον. Αυτό, σε συνδυασμό με την καύση πρωτογενούς καυσίμου (πετρέλαιο, αέριο, κα) για την παραγωγή θερμικής ενέργειας με αποδόσεις από 70 - 90%, δημιουργούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η συνολική κατανάλωση καυσίμων μειώνεται σημαντικά εάν εφαρμοσθεί η **Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας** – ΣΗΘ (στα Αγγλικά: Cogeneration (Combined Heat and Power, CHP).



(α) Συμβατικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

(β) Συμβατικό σύστημα παραγωγής θερμικής ενέργειας

(γ) Βαθμός απόδοσης συστήματος ΣΗΘ

Σχήμα 1.1. *Σύγκριση βαθμού απόδοσης συστήματος ΣΗΘ με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας*

Η παραγόμενη θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για τη θέρμανση του κτηρίου, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης - ZNX όσο και για ψύξη, που επιτυγχάνονται με μηχανές απορρόφησης, που λειτουργούν με ατμό ή θερμό νερό. Η τεχνολογία αυτή καλείται **Τρι-παραγωγή** ή Trigeneration (Combined Cool, Heat and Power, CCHP).

Σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2004/8/ΕΚ, αλλά και τον Ν. 3734/09, η ΣΗΘ ορίζεται ως: [1]

«η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής (ή/και μηχανικής) και χρήσιμης θερμικής/ψυκτικής ενέργειας από την ίδια αρχική ενέργεια, στο πλαίσιο μόνο μίας διεργασίας».

Μια τυπική σύγκριση, ως προς τον βαθμό απόδοσης της ΣΗΘ με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας παρουσιάζει το σχήμα 1.1. (α), (β), (γ).

Η ΣΗΘ έχει συνολική απόδοση έως 90%. Αυτό κυμαίνεται περίπου στο 30-40% περισσότερο από την ξεχωριστή παραγωγή των συμβατικών καυσίμων και έτσι προκύπτει μείωση της τάξης του 30-40% στην κατανάλωση πρωτογενών καυσίμων και στις εκπομπές CO_2. Η υψηλή αυτή αποδοτικότητα παρέχει μια οικονομικά ελκυστική τεχνολογία για τους ενεργειακούς καταναλωτές, με ταυτόχρονη ζήτηση τόσο για θερμότητα όσο και για ηλεκτρική ενέργεια.

1.2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΗΘ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010

Η ΣΗΘ πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α. στα τέλη του 19ου αιώνα [2]. Κατά τις πρώτες δεκαετίες του 20ού αιώνα, οι περισσότερες βιομηχανίες στις ΗΠΑ και την Ευρώπη είχαν δικές τους μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με ατμολέβητα-στρόβιλο και άνθρακα, ως καύσιμο, όπου πολλές από τις μονάδες αυτές ήταν συμπαραγωγικές.

Στην Ευρώπη, μεγάλη ανάπτυξη της ΣΗΘ αναφέρεται στη Δανία, τη Φιλανδία, την Ολλανδία κα, που παρουσιάζουν υψηλή ποσοστιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘ [3]. Στις χώρες αυτές, εκτός των μονάδων ΣΗΘ σε μεγάλες βιομηχανίες και σε μεγάλους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για την τηλεθέρμανση πόλεων, υπάρχουν σημαντικές εγκαταστάσεις ΣΗΘ στον τριτογενή (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, αθλητικά κέντρα, κα), αλλά και στον οικιακό τομέα.

Η ΣΗΘ στην Ελλάδα ξεκινά στις αρχές του 20ου αιώνα (κεραμοποιεία Τσαλαπάτα, Βόλος, που λειτούργησε μέχρι και τα τέλη της δεκαετίας του 1970). Οι πρώτες σύγχρονες μονάδες ΣΗΘ εγκαταστάθηκαν σε μεγάλες ελληνικές βιομηχανίες στις αρχές της δεκαετίας του ’70. Επίσης, ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες της ΔΕΗ τροποποιήθηκαν κατάλληλα, ώστε να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες αστικών περιοχών με δίκτυα τηλεθέρμανσης, όπως αυτά της Κοζάνης, της Πτολεμαΐδας, του Αμυνταίου και, τη δεκαετία του ’90, αυτό της Μεγαλόπολης. Οι πρώτες Ελληνικές βιομηχανίες που εγκατέστησαν μονάδες ΣΗΘ ήταν η βιομηχανία ζάχαρης, χαρτοποιίας, χαλυβουργίας, καθώς και βιομηχανίες στον τομέα του πετρελαίου.

Την περίοδο 1970-1999 άλλαξε ουσιαστικά η κατάσταση των μονάδων ΣΗΘ στις ελληνικές βιομηχανίες με ποιοτική αλλά και ποσοτική βελτίωση τους. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1990, με την άφιξη του φυσικού αερίου (ΦΑ) στην Ελλάδα, αναδείχθηκαν οι δυνατότητες που προσφέρει η ΣΗΘ με χρήση ΦΑ.

Σήμερα, λειτουργούν μονάδες ΣΗΘ στη βιομηχανία, στον τριτογενή τομέα (κύρια σε ιδιωτικά νοσοκομεία, κλινικές και ξενοδοχεία κ.ά.) καθώς και σε πολυκατοικίες αλλά και σε μονοκατοικίες.

1.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΗΘ

Η ΣΗΘ βελτιώνει την παροχή ενέργειας προς όλους τους καταναλωτές, ενώ ταυτόχρονα ωφελεί την Εθνική Οικονομία, αφού έχει:

- Αυξημένη απόδοση μετατροπής και χρήσης της Ενέργειας. Η ΣΗΘ είναι η πλέον αποτελεσματική και αποδοτική μορφή ηλεκτροπαραγωγής με την ταυτόχρονη παραγωγή θερμικής ενέργειας.
- Μικρότερες εκπομπές προς το περιβάλλον, ιδιαίτερα του CO_2, του σημαντικότερου αερίου στο οποίο οφείλεται η κλιματική αλλαγή.
- Σημαντική εξοικονόμηση οικονομικών πόρων, παρέχοντας πρόσθετη ανταγωνιστικότητα στη βιομηχανία και στις εμπορικές επιχειρήσεις, καθώς η ηλεκτρική ενέργεια και η θερμότητα παρέχονται σε προσιτές τιμές.
- Σημαντική ευκαιρία ώστε να προωθηθούν αποκεντρωμένες λύσεις ηλεκτροπαραγωγής, όπου οι σταθμοί ΣΗΘ σχεδιάζονται να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των τοπικών καταναλωτών, παρέχοντας υψηλή απόδοση, αποφεύγοντας απώλειες μεταφοράς και αυξάνοντας την ευελιξία στη χρήση του συστήματος. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, όταν το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται ως κύριο καύσιμο.
- Βελτιωμένη ασφάλεια παροχής, που μειώνει τις πιθανότητες οι καταναλωτές να μείνουν χωρίς ηλεκτρική ή/ και θερμική ενέργεια.
- Μειωμένη ανάγκη καυσίμων, σε σχέση με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, μειώνοντας την εξάρτηση από εισαγωγές.
- Αυξημένη απασχόληση, αφού η ανάπτυξη των συστημάτων ΣΗΘ δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας.

2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (ΣΗΘ)

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στα κτήρια χρησιμοποιούνται διάφορες μηχανές, ανάλογα με την κατηγορία του κτηρίου και τα διαθέσιμα καύσιμα για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Για να χαρακτηριστεί μια επένδυση βιώσιμη, λαμβάνονται υπόψη ως βασικά στοιχεία για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος θέρμανσης/ψύξης/ΗΕ προς εγκατάσταση, οι απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη, το κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης του συστήματος, καθώς και οι ώρες λειτουργίας του. Οι συνηθέστερες μονάδες ΣΗΘ για κτήρια, είναι οι ακόλουθες:

- Μηχανή Otto (Αεριομηχανές)
- Μηχανή Diesel (Πετρελαιομηχανές)
- Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας
- Μικροστρόβιλος (microturbine)
- Μηχανή Stirling
- Κυψέλη καυσίμου
- Ατμοστρόβιλος απομάστευσης, σε ιδιαίτερες περιπτώσεις στον κτηριακό τομέα.

2.2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ [4] [5] [6]

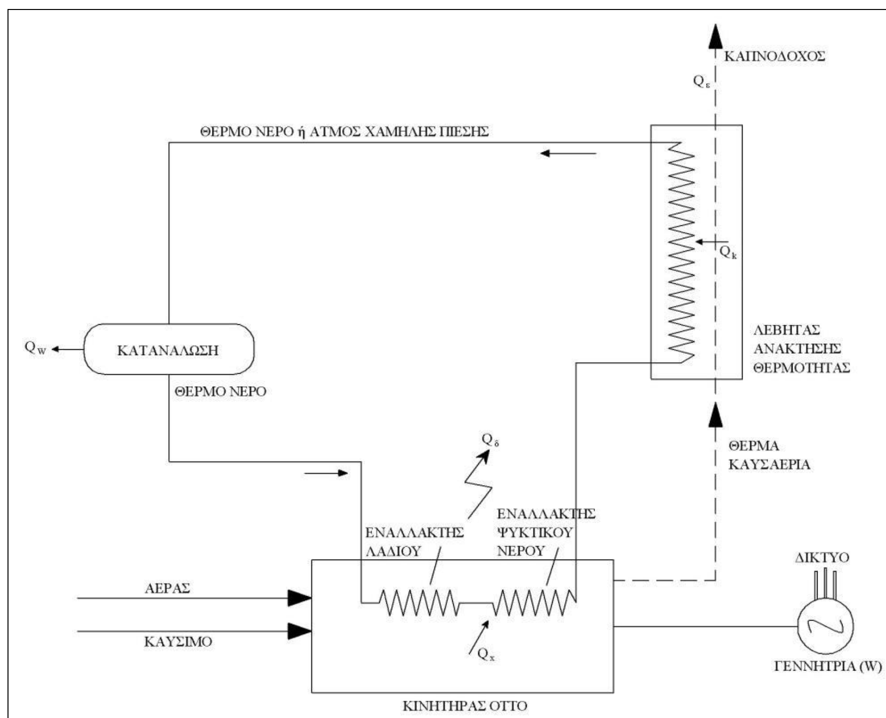
2.2.1. Μηχανή ΟΤΤΟ και Λέβητας Ανάκτησης Θερμότητας για Παροχή Ζ.Ν.Χ ή Ατμού Χαμηλής Πίεσης

Οι κινητήρες ΟΤΤΟ χρησιμοποιούν συνήθως καύσιμο αέριο (π.χ. φυσικό αέριο, υγραέριο κ.τ.λ.) και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω γεννήτριας, ενώ συγχρόνως παράγεται χρήσιμη θερμική ενέργεια από ανάκτηση θερμότητας στον εναλλάκτη των χιτωνίων, των λιπαντελαίων, του ενδιάμεσου εναλλάκτη αέρα-νερού (intercooler) και από τα καυσαέρια, μέσω ενός ή περισσοτέρων εναλλακτών ανάκτησης θερμότητας. Στο σχήμα 2.1 δίνεται σχηματικό διάγραμμα συστήματος ΣΗΘ με μηχανή ΟΤΤΟ. Τα συστήματα ΣΗΘ με κινητήρα ΟΤΤΟ:

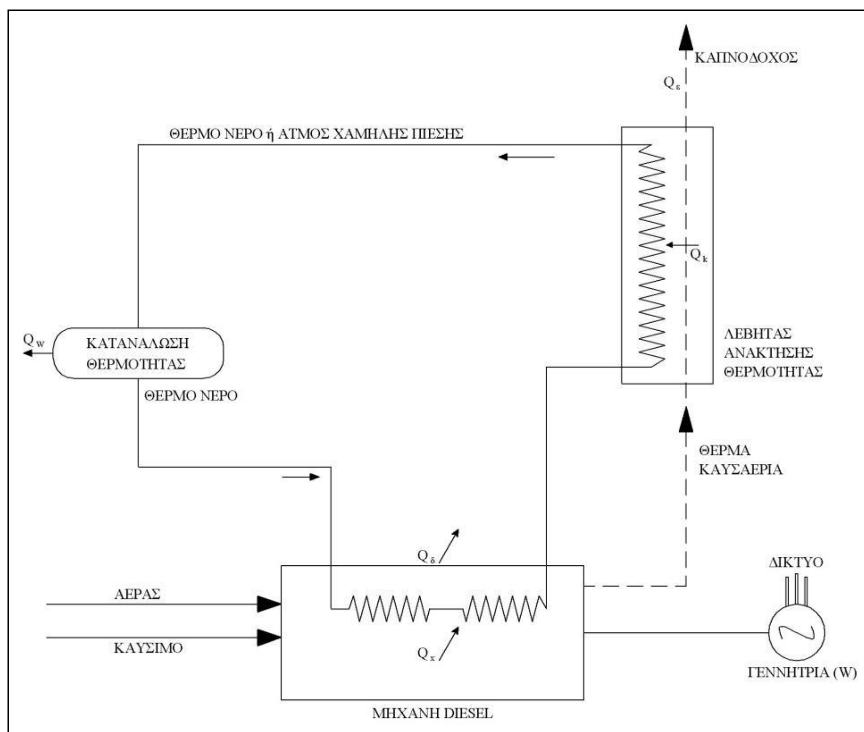
- κατασκευάζονται για ισχύ από 15 έως 1300 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 32÷35%, θερμικό βαθμό απόδοσης 50÷60% και ολικό βαθμό απόδοσης 80÷85%,
- ο λόγος C είναι 0,5÷0,8 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου 10 έτη.

2.2.2. Μηχανή DIESEL και Λέβητας Ανάκτησης Θερμότητας για Παροχή Ζ.Ν.Χ ή Ατμού Χαμηλής Πίεσης

Στην περίπτωση αυτή, ο κινητήρας DIESEL κινεί την ηλεκτρογεννήτρια και συγχρόνως διατίθεται χρήσιμη θερμική ενέργεια από την ανάκτηση θερμότητας, από τον εναλλάκτη των χιτωνίων και από τα καυσαέρια μέσω του λέβητα ανάκτησης θερμότητας. Το καύσιμο είναι κύρια πετρέλαιο. Στο σχήμα 2.2 δίνεται σχηματικό διάγραμμα συστήματος ΣΗΘ με μηχανή Diesel.



Σχήμα 2.1. *Σχηματικό διάγραμμα συστήματος ΣΗΘ με μηχανή ΟΤΤΟ, εναλλάκτη λαδιού και ψυκτικού νερού και λέβητα ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων για παροχή ΖΝΧ ή ατμού χαμηλής πίεσης στην εγκατάσταση.*



Σχήμα 2.2. *Σχηματικό διάγραμμα συστήματος ΣΗΘ με μηχανή Diesel, εναλλάκτη λαδιού και ψυκτικού νερού χιτωνίων και λέβητα ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων, για παροχή ΖΝΧ ή ατμού χαμηλής πίεσης.*

Τα συστήματα ΣΗΘ με κινητήρα Diesel:

- κατασκευάζονται για ισχύ από 100 έως και λίγο μεγαλύτερη των 20000 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 35÷45%, θερμικό βαθμό απόδοσης 40÷45% και ολικό βαθμό απόδοσης 70÷80%,
- ο λόγος C είναι 0,70÷0,90 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου 15÷20 έτη.

2.2.3. Αεριοστρόβιλος με Λέβητα Ανάκτησης Θερμότητας των Καυσαερίων για Παροχή Ατμού

Στο σύστημα αυτό υπάρχει εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγής με αεριοστρόβιλο ανοικτού κύκλου, όπου τα καυσαέρια μετά την έξοδο από το στρόβιλο διέρχονται από λέβητα ανάκτησης θερμότητας, όπου ένα μέρος της θερμικής ενέργειας των καυσαερίων ανακτάται και παράγεται ατμός μέσης πίεσης (χρήσιμη θερμική ενέργεια) για την κάλυψη των θερμικών αναγκών της εγκατάστασης.

Το χρησιμοποιούμενο καύσιμο είναι συνήθως φυσικό αέριο, υγραέριο, πετρέλαιο, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα καύσιμα. Στο σχήμα 2.3 δίνεται σχηματικό διάγραμμα συστήματος ΣΗΘ με αεριοστρόβιλο.

Σχήμα 2.3. *Σχηματικό διάγραμμα συστήματος ΣΗΘ με αεριοστρόβιλο για την κίνηση της γεννήτριας και λέβητα ανάκτησης της θερμότητας των καυσαερίων για παροχή ατμού στην εγκατάσταση.*

Τα συστήματα ΣΗΘ με αεριοστρόβιλο ανοικτού κυκλώματος και λέβητα ανάκτησης θερμότητας των καυσαερίων:

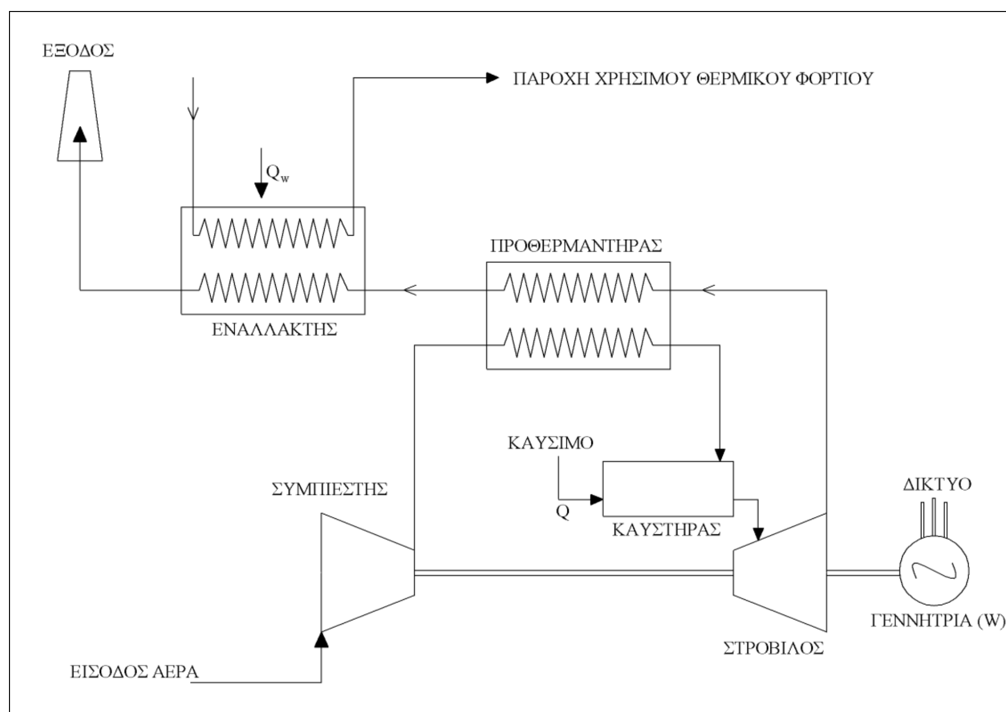
- κατασκευάζονται για ισχύ από 100 έως 30000 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 25÷35%, θερμικό βαθμό απόδοσης 40÷50% και ολικό βαθμό απόδοσης 70÷80%,
- ο λόγος C είναι 0,25÷0,80 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου 15÷20 έτη.

2.2.4. Μικροστρόβιλος (microturbine)

Το σύστημα ΣΗΘ με μικροστρόβιλο είναι κατά κανόνα μονάδα μικρού μεγέθους, υψηλής ταχύτητας και συμπεριλαμβάνει τον αεριοστρόβιλο (gas turbine), το συμπιεστή (compressor), τη γεννήτρια και τα ηλεκτρονικά ισχύος για τη σύνδεσή τους με το δίκτυο.

Τυπικά, λειτουργεί με καύσιμο το φυσικό αέριο, αλλά δέχεται για τη λειτουργία της και άλλα βιομηχανικά καύσιμα, όπως προπάνιο, ελαφρύ πετρέλαιο (diesel) και κηροζίνη.

Κατά τη λειτουργία της μηχανής, ο αέρας εισέρχεται στο συμπιεστή και μετά από τη συμπίεσή του διέρχεται από τον προθερμαντήρα, όπου η θερμοκρασία αυξάνεται από τα καυσαέρια εκτόνωσης. Στη συνέχεια, ο αέρας εισέρχεται στον καυστήρα, όπου αναμειγνύεται με το καύσιμο, το οποίο αναφλέγεται και καίγεται. Ο αναφλεκτήρας (ignitor) χρησιμοποιείται μόνο κατά τη διάρκεια της εκκίνησης και κατόπιν η φλόγα είναι αυτοσυντηρούμενη. Τα αέρια μετά την καύση διέρχονται από το στρόβιλο μετατρέποντας τη θερμική ενέργεια σε μηχανική. Τα αέρια που εξέρχονται από το στρόβιλο διέρχονται από τον αναθερμαντήρα και στη συνέχεια στον εναλλάκτη θερμότητας (θερμαντική στήλη) για την πρόσδοση θερμότητας και τη θέρμανση νερού. Στο σχήμα 2.4 απεικονίζεται η διάταξη και ο τρόπος λειτουργίας του μικροστροβίλου.



Σχήμα 2.4. *Διάταξη και τρόπος λειτουργίας μικροστροβίλου*

Τα συστήματα ΣΗΘ με μικροστροβίλους:

- κατασκευάζονται για ισχύ 25 έως 200 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 25÷35%, θερμικό βαθμό απόδοσης 40÷50% (στην περίπτωση της εγκατάστασης συστήματος ανάκτησης θερμότητας έως και 65%) και ολικό βαθμό απόδοσης 70÷80%,
- ο λόγος C είναι 0,6÷0,8 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου 15 έτη.

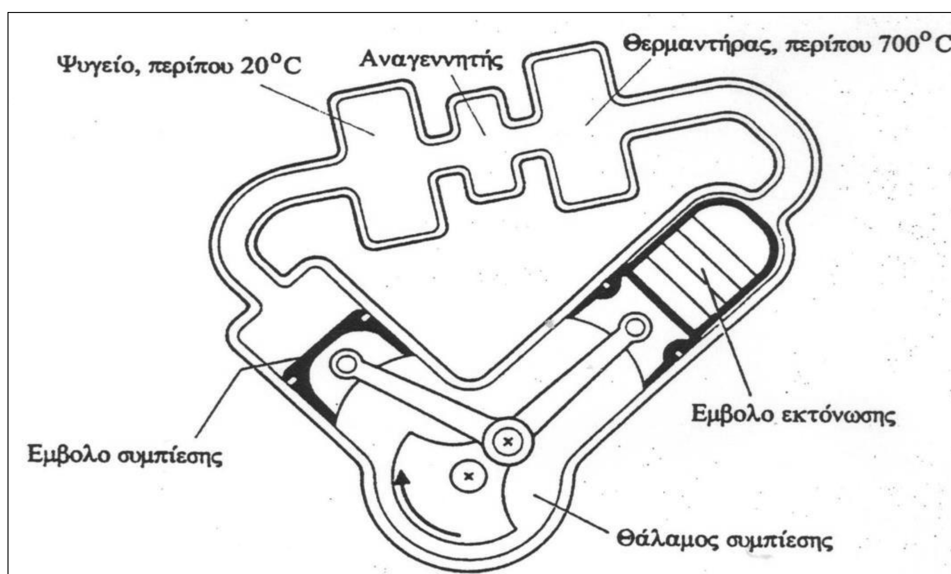
2.2.5. Μηχανή STIRLING

Το σύστημα ΣΗΘ με μηχανή Stirling εργάζεται με βάση το θερμοδυναμικό κύκλο, ο οποίος αποτελείται από 4 αντιστρεπτές μεταβολές, δηλαδή δύο ισόογκες και δύο ισοθερμοκρασιακές.

Ο κινητήρας Stirling ονομάζεται και μηχανή εξωτερικής καύσης και λειτουργεί ως εξής:

Αέριο (π.χ. υδρογόνο, ήλιο κ.τ.λ.) συμπιέζεται και εκτονώνεται σε διάταξη κυλίνδρου δύο εμβόλων, με αποτέλεσμα την περιστροφή στροφαλοφόρου άξονα. Το αέριο θερμαίνεται σε εναλλάκτη θερμότητας χωρίς να συμμετέχει στην καύση.

Η εξωτερική καύση στις μηχανές Stirling επιτρέπει τη χρήση διάφορων καυσίμων, π.χ. υγρά ή αέρια καύσιμα, άνθρακα, αέρια ή υγρά προερχόμενα από άνθρακα, καύσιμα προερχόμενα από βιομάζα ακόμα και απορρίμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Η απλοποιημένη λειτουργική διάταξη φαίνεται στο σχήμα 2.5.



Σχήμα 2.5. *Κινητήρας Stirling [2]*

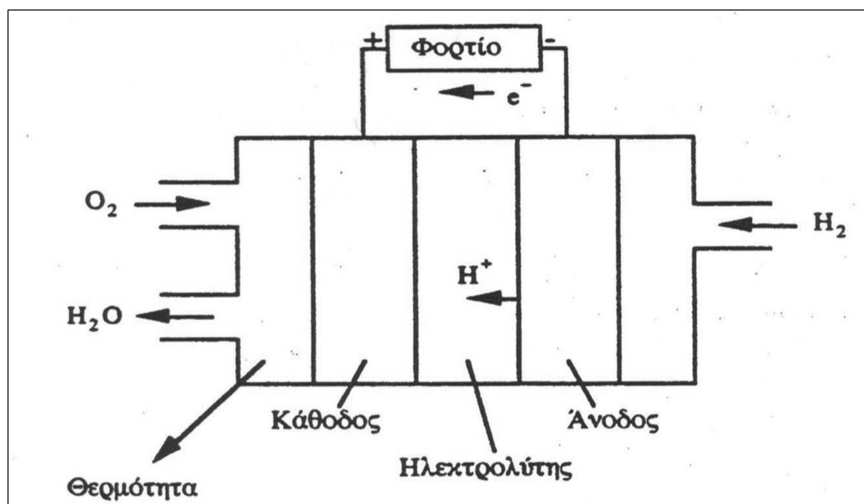
Οι μηχανές Stirling:

- κατασκευάζονται συνήθως για ισχύ από 3 έως 100 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 35÷45%, θερμικό βαθμό απόδοσης 50÷60% και ολικό βαθμό απόδοσης 80÷85%,
- ο λόγος C είναι 0,5÷0,8,
- αν και ακριβότεροι από τις ΜΕΚ είναι λιγότερο ρυπογόνοι. Η ηχορύπανση και η χημική ρύπανση που προκαλούν είναι αισθητά μικρότερη και έτσι συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος,
- απαιτούν συντήρηση σε μεγάλα χρονικά διαστήματα με αποτέλεσμα να λειτουργούν αρκετές χιλιάδες ώρες συνεχώς.

2.2.6. Κυψέλη Καυσίμου

Το σύστημα ΣΗΘ με κυψέλη καυσίμου λειτουργεί με τη χρήση υδρογόνου και οξυγόνου, τα οποία αντιδρούν μεταξύ τους, παρουσία ηλεκτρολύτη και παράγουν νερό, ενώ παράλληλα αναπτύσσεται ηλεκτρική τάση, η οποία προκαλεί ροή ηλεκτρονίων (ηλεκτρικό ρεύμα) στο εξωτερικό κύκλωμα

(φορτίο). Δεδομένου ότι η αντίδραση είναι εξώθερμη, παράγεται θερμότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα. Στο σχήμα 2.6 παρουσιάζεται μια απλή διάταξη κυψέλης καυσίμου.



Σχήμα 2.6. *Απλή διάταξη κυψέλης καυσίμου [2]*

Το επιθυμητό καύσιμο είναι καθαρό υδρογόνο που μπορεί όμως να παραχθεί και από κάποιο άλλο καύσιμο, φορέα υδρογόνου, μετά από κατάλληλη επεξεργασία, όπως η αμμωνία, το φυσικό αέριο, παράγωγα του πετρελαίου, το υγρό προπάνιο και η βιομάζα. Καθαρό υδρογόνο μπορεί επίσης να παραχθεί με την ηλεκτρόλυση νερού, όταν αυτή επιτυγχάνεται με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως ηλιακή, αιολική και γεωθερμία. Σήμερα, το καταλληλότερο καύσιμο για τις κυψέλες καυσίμου είναι το φυσικό αέριο.

Οι διάφοροι τύποι κυψελών καυσίμου χαρακτηρίζονται από τον ηλεκτρολύτη που χρησιμοποιούν και είναι:

Τύπος	**Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)**	**Ηλεκτρολύτης**	**Καύσιμο**	**Οξειδωτικό**
AFC	80	KOH	H_2	O_2/αέρας
PEM	80	στερεό πολυμερισμένο	H_2	O_2/αέρας
PAFC	200	H_3PO_4	Φυσικό αέριο (Φ.Α.) Εξωτερική αναμόρφωση	Αέρας
MCFC	650	$Li_2CO_3+K_2CO_3$	Άνθρακας και Φ.Α Εσωτερική αναμόρφωση	Αέρας
SOFC	1000	ZrO_2	Άνθρακας και Φ.Α. Εσωτερική αναμόρφωση	Αέρας

AFC :Alcaline Fuel Cells (αλκαλικές κυψέλες καυσίμου)
PEM :Polymer Electrolyte Membranes (κυψέλες καυσίμου πολυμερικής μεμβράνης)
PAFC :Phosphoric Acid Fuel Cells (κυψέλες καυσίμου φωσφορικού οξέως)
MCFC :Molten Carbonate Fuel Cells (κυψέλες καυσίμου τηγμένων ανθρακικών αλάτων)
SOFC :Solid Oxide Fuel Cells (κυψέλες καυσίμου στερεού οξειδίου)

Τα πλεονεκτήματα των κυψελών καυσίμου είναι:

- Αρθρωτή (modular) δομή για την επίτευξη μονάδων με επιθυμητή ισχύ.
- Υψηλός βαθμός απόδοσης
- Ευκολία αυτοματισμού

- Χαμηλές εκπομπές ρύπων
- Χαμηλή στάθμη θορύβου

Τα μειονεκτήματα είναι το υψηλό κόστος κατασκευής και η σχετικά μικρή διάρκεια ζωής. Οι κυψέλες καυσίμου κατασκευάζονται από 3 kW_e και άνω και παρουσιάζουν:

- Ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 20÷30%, θερμικό βαθμό απόδοσης 25÷35% και ολικό βαθμό απόδοσης συστήματος 45÷60%,
- Ο λόγος C είναι 0,70÷1,0 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου πέντε έτη.
- Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία λειτουργίας τόσο μεγαλύτερο είναι και το ωφέλιμο θερμικό φορτίο το οποίο μπορεί να ανακτηθεί από τον εναλλάκτη.
- Κυψέλες καυσίμου χαμηλής θερμοκρασίας (<80oC) δεν ενδείκνυνται για ΣΗΘ.

2.2.7. <u>Ατμοστρόβιλος Απομάστευσης</u>

Αυτό το σύστημα ΣΗΘ αποτελείται από ατμολέβητα, ατμοστρόβιλο, ψυγείο κ.τ.λ. (κύκλος Rankine), όπου απομαστεύεται, υπό ενδιάμεση πίεση από τον ατμοστρόβιλο, μια ποσότητα ατμού, η οποία χρησιμεύει για την προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού και συγχρόνως παρέχεται θερμότητα στον εναλλάκτη (χρήσιμη θερμική ενέργεια για θέρμανση χώρων, ΖΝΧ κ.τ.λ.). Το καύσιμο είναι συνήθως πετρέλαιο, φυσικό αέριο, υγραέριο. Τα συστήματα ΣΗΘ με ατμοστρόβιλο απομάστευσης:

- κατασκευάζονται για ισχύ από 500 έως 100000 kW,
- παρουσιάζουν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 25÷30%, θερμικό βαθμό απόδοσης 40÷60%, ολικό βαθμό απόδοσης ΣΗΘ 65÷90%, ενώ
- ο λόγος C κυμαίνεται από 0,1 έως 0,3 και
- ο μέσος χρόνος ζωής είναι περίπου 30 έτη.

2.2.8. <u>Σύγκριση Συστημάτων ΣΗΘ</u>

Στους πίνακες 2.1 και 2.2 παρατίθενται συγκριτικά στοιχεία για τα συστήματα ΣΗΘ. Στον πίνακα 2.2. παρουσιάζονται τα προτεινόμενα συστήματα ΣΗΘ για ενδεικτικά είδη κτηρίων.

Πίνακας 2.1. *Συγκριτικός Πίνακας συστημάτων ΣΗΘ για κτήρια*

Α/Α	Βασικό Σύστημα ΣΗΘ	Ελάχιστη Ονομαστική Ηλεκτρική Ισχύς (kW)	Μέγιστη Ονομαστική Ηλεκτρική Ισχύς (kW)	Ηλεκτρικός Βαθμός Απόδοσης %	Θερμικός Βαθμός Απόδοσης %	Ολικός Βαθμός Απόδοσης %	Λόγος ηλεκτρικής/ θερμική ενέργεια (C)	Ποιότητα Θερμότητας	Θερμοκρασία Εξόδου Καυσαερίων (^oC)
1	Μηχανή OTTO	15	1300	32 ÷35	50 ÷ 60	80 ÷ 85	0,5 ÷ 0,8	Θ.Ν Α.Χ.Π	400 ÷ 450
2	Μηχανή DIESEL	100	20000	35 ÷ 45	40 ÷ 45	70 ÷ 80	0,7 ÷ 0,9	Θ.Ν Α.Χ.Π (*)	320 ÷ 450
3	Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας	100	30000	25 ÷ 35	40 ÷ 50	70 ÷ 80	0,25 ÷ 0,8	Α.Χ.Π (*)	400 ÷ 600
4	Μικροστρόβιλος	25	200	25 ÷ 35	40 ÷ 50	70 ÷ 80	0,6 ÷ 0,8	Θ.Ν Α.Χ.Π	200 ÷ 300
5	Μηχανή STIRLING	3	100	35 ÷ 45	50 ÷ 60	80 ÷ 85	0,5 ÷ 0,8	Θ.Ν	400 ÷ 500
6	Κυψέλη καυσίμου	3	συνήθως 30 αλλά και έως 120	20 ÷ 30	25 ÷ 35	45 ÷ 60(**)	0,7 ÷ 1	Θ.Ν	140 ÷ 200
7	Ατμοστρόβιλος απομάστευσης	500	100000	25 ÷ 30	40 ÷ 60	60 ÷ 80	0,1 ÷ 0,3	Α.Χ.Π Α.Μ.Π	180 ÷ 200

(*) Μεγάλης ισχύος μηχανές μπορούν να δώσουν και Α.Μ.Π.
(**) Σήμερα οι αποδόσεις των κυψελών καυσίμου φτάνουν έως 80%
Θ.Ν. = Θερμό Νερό
Α.Χ.Π. = Ατμός Χαμηλής Πίεσης
Α.Μ.Π. = Ατμός Μέσης Πίεσης

Πίνακας 2.2. *Προτεινόμενα συστήματα ΣΗΘ για διάφορα είδη κτηρίων*

Α/Α	Είδος κτηρίου	Περιοχή ισχύος kW_e	Προτεινόμενη Μονάδα Συμπαραγωγής
1	Μονοκατοικίες	5 ÷ 50	Μηχανή OTTO, Μηχανή STIRLING Κυψέλη καυσίμου, Μικροστρόβιλος
2	Πολυκατοικίες	50 ÷ 250	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL Κυψέλη καυσίμου, Μικροστρόβιλος
3	Νοσοκομεία	500 ÷ 2000	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL, Αεριοστρόβιλος, Ατμοστρόβιλος (για μεγάλη ισχύ)
4	Ξενοδοχεία	200 ÷ 2000	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL, Αεριοστρόβιλος, Ατμοστρόβιλος (για μεγάλη ισχύ)
5	Κτήρια γραφείων	200 ÷ 500	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL
6	Αθλητικοί χώροι - πισίνες	100 ÷ 300	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL, Αεριοστρόβιλος
7	Εμπορικά κέντρα	200 ÷ 1000	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL Αεριοστρόβιλος
8	Εκπαιδευτήρια	200 ÷ 500	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL Αεριοστρόβιλος

2.3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΙΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ, ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ

2.3.1. Γενικά

Η χρονική περίοδος κατά την οποία απαιτείται θέρμανση των κτηρίων στην Ελλάδα είναι σχετικά μικρή (της τάξεως των 5 μηνών). Έτσι, η εφαρμογή της ΣΗΘ στον κτηριακό τομέα αποκλειστικά για κάλυψη των θερμικών φορτίων είναι αντιοικονομική, λόγω των περιορισμένων ετήσιων ωρών λειτουργίας. Τα κτήρια αυτά όμως έχουν ανάγκη για ψύξη για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Ψύξη μπορεί να παραχθεί από τη θερμότητα ενός σταθμού ΣΗΘ, μέσω των κύκλων απορρόφησης ή προσρόφησης, με μονάδες τριπαραγωγής.

Τριπαραγωγή είναι η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού, χρήσιμης θερμότητας και ψύξης από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας.

Η μέθοδος της τριπαραγωγής βρίσκει εφαρμογή, στον κτηριακό τομέα, κυρίως σε νοσοκομεία, ξενοδοχεία, κτήρια γραφείων και εμπορικά κέντρα ή σε συστήματα τηλεθέρμανσης - τηλεψύξης. Γενικά, χρησιμοποιείται σε κτήρια με ταυτόχρονες συνεχείς ανάγκες για ηλεκτρισμό και θέρμανση ή/και ψύξη που υπερβαίνουν τις 4.500÷5.000 ώρες ετησίως. Οι μονάδες τριπαραγωγής βασίζονται κυρίως σε παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) ή μικροστροβίλους, συνδυασμένες με κύκλο απορρόφησης για ψύξη. Σε μελλοντικές εφαρμογές τριπαραγωγής, παρουσιάζει ενδιαφέρον και η χρήση κυψελών καυσίμου.

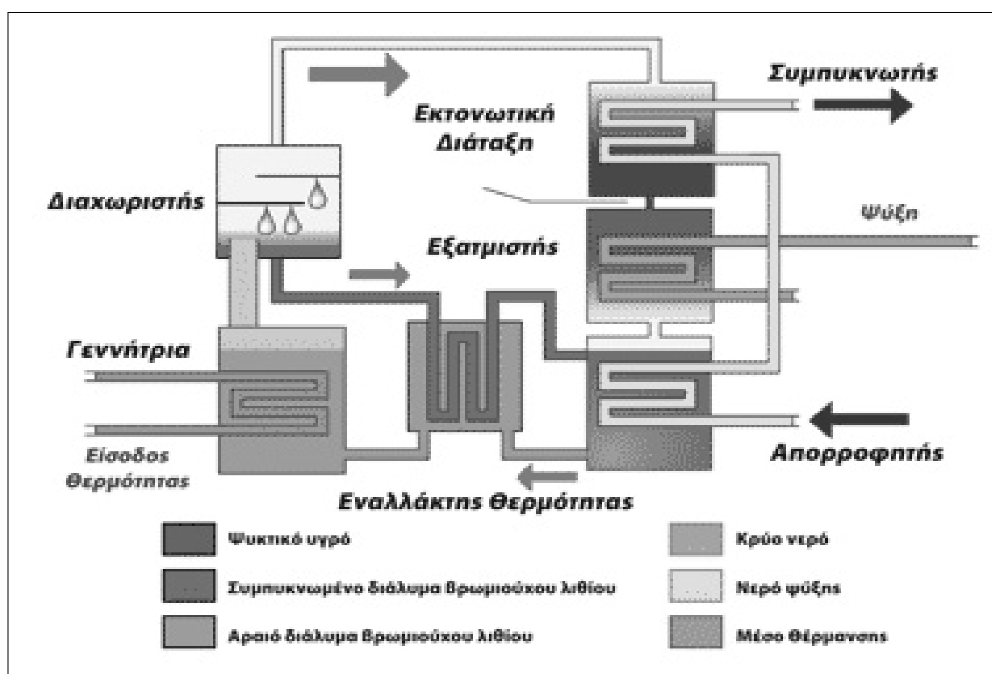
2.3.2. Βασικές αρχές ψύξης με απορρόφηση

Οι ψύκτες απορρόφησης χρησιμοποιούν τις διεργασίες της συμπύκνωσης-εξάτμισης, για την παραγωγή ψύξης. Διαθέτουν εξατμιστή και συμπυκνωτή, όπου εκτονώνεται το ψυκτικό μέσο. Ωστόσο, αντί του μηχανικού συμπιεστή, οι ψύκτες απορρόφησης χρησιμοποιούν θερμότητα, ως ενεργειακή

πηγή π.χ. μονάδα ΣΗΘ. Η θερμότητα αυτή παράγεται είτε με άμεση καύση, με χρήση καυστήρα, είτε με έμμεση καύση, με χρήση ατμού, ζεστού νερού ή από περίσσεια / ανάκτηση θερμότητας. Οι μηχανές απορρόφησης, που είναι διαθέσιμες στο εμπόριο, τροφοδοτούνται με ατμό, ζεστό νερό ή τα αέρια καύσης, που μπορούν να παράγονται και από συστήματα ΣΗΘ.

Στην πιο απλή σχεδίασή της, η μηχανή απορρόφησης αποτελείται από εξατμιστή, συμπυκνωτή, απορροφητή, μια γεννήτρια και μια αντλία διαλύματος. Στον κύκλο απορρόφησης, η συμπίεση ατμού του ψυκτικού μέσου πραγματοποιείται με συνδυασμό του απορροφητή, της αντλίας διαλύματος και της γεννήτριας.

Η βασική αρχή της μηχανής ψύξης με απορρόφηση φαίνεται στο σχήμα 2.7. και πιο αναλυτικά στο Παράρτημα III.



Σχήμα 2.7. *Αρχή λειτουργίας ενός ψυκτικού συστήματος απορρόφησης μονού σταδίου. [7]*

Ο ατμός του ψυκτικού μέσου που παράγεται στον εξατμιστή απορροφάται σε ένα απορροφητικό υγρό μέσα στον απορροφητή. Το απορροφητικό που έχει απορροφήσει το ψυκτικό μέσο, το «ασθενές απορροφητικό», διοχετεύεται με αντλίες στη γεννήτρια όπου το ψυκτικό μέσο αποδεσμεύεται ως ατμός. Ο ατμός αυτός θα συμπυκνωθεί στο συμπυκνωτή. Το αναγεννημένο ή «ισχυρό απορροφητικό» οδηγείται στη συνέχεια πίσω στον απορροφητή για να συλλέξει εκ νέου ψυκτικό ατμό. Θερμότητα παρέχεται στη γεννήτρια, σε συγκριτικά υψηλή θερμοκρασία και απορρίπτεται από τον απορροφητή, σε συγκριτικά χαμηλό επίπεδο. Οι ροές θερμότητας στο βασικό κύκλο (σχήμα 2.7) είναι οι εξής:

- παροχή θερμότητας και παραγωγή ψύξης, σε χαμηλό θερμοκρασιακό επίπεδο,
- απόρριψη θερμότητας στο συμπυκνωτή, σε ενδιάμεσο θερμοκρασιακό επίπεδο,
- απόρριψη θερμότητας από τον απορροφητή, σε ενδιάμεσο θερμοκρασιακό επίπεδο,
- παροχή θερμότητας στη γεννήτρια, σε υψηλό θερμοκρασιακό επίπεδο.
- Σε έναν κύκλο απορρόφησης, ψυκτικό μέσο και απορροφητικό συγκροτούν το «ζεύγος εργασίας».

Διαχρονικά έχουν δοκιμαστεί πολλά ζεύγη εργασίας αλλά τα δύο που έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως είναι:

- διάλυμα βρωμιούχου λιθίου (Li-Br) ως απορροφητικό, με νερό ως ψυκτικό μέσο
- αμμωνία (NH_3) ως ψυκτικό με νερό ως απορροφητικό.

Για συστήματα ψύξης «νερού - βρωμιούχου λιθίου», η πηγή θερμότητας πρέπει να είναι σε ελάχιστη θερμοκρασία των 70÷90^oC για συστήματα μονού σταδίου (σχήμα 2.7). Σε συστήματα που χρησιμοποιούν «αμμωνία – νερό» η θερμική ενέργεια παρέχεται σε θερμοκρασία 100÷120^oC (μονού σταδίου).

Το ζεύγος «νερού - βρωμιούχου λιθίου» χρησιμοποιείται σε εφαρμογές ψύξης αέρα, όπου απαιτούνται θερμοκρασίες άνω των 0^oC. Το ζεύγος "αμμωνίας-νερού" χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον σε εφαρμογές κατάψυξης, με χαμηλές θερμοκρασίες εξάτμισης, μικρότερες των 0^oC. Τα επίπεδα πίεσης της μηχανής αμμωνίας-νερού είναι συνήθως υψηλότερα της ατμοσφαιρικής πίεσης, ενώ οι μηχανές «νερού - βρωμιούχου λιθίου» λειτουργούν κατά κανόνα σε μερικό κενό.

Το σύστημα διπλού σταδίου χρησιμοποιεί δύο συγκροτήματα γεννήτριας-απορροφητήρα σε στάδια (σειρά), προκειμένου να χρησιμοποιήσει τη θερμότητα που παρέχεται περίπου δύο φορές. Η θερμότητα παρέχεται σε περίπου 170^oC στην πρώτη γεννήτρια και η θερμότητα που απορρίφθηκε από τον αντίστοιχο συμπυκνωτή χρησιμοποιείται για να δώσει ενέργεια στη δεύτερη γεννήτρια σε χαμηλότερο επίπεδο, της τάξης των 100°C όπως σε συστήματα μονού σταδίου.

Τα πλεονεκτήματα των ψυκτών απορρόφησης έναντι των συμβατικών κλιματιστικών μηχανημάτων βασισμένα σε κύκλο συμπίεσης είναι:

- Πολύ χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
- Ελάχιστα κινούμενα τμήματα, με αποτέλεσμα το μεγάλο χρόνο ζωής, την αυξημένη αξιοπιστία και το χαμηλό κόστος συντήρησης,
- Χαμηλά επίπεδα θορύβου και κραδασμών,
- Φιλικά προς το περιβάλλον ψυκτικά μέσα με μηδενικές εκπομπές ρύπων και ουσιών καταστροφής του όζοντος.

Τα μειονεκτήματα των ψυκτών απορρόφησης έναντι των συμβατικών κλιματιστικών μηχανημάτων βασισμένα σε κύκλο συμπίεσης είναι:

- Μονάδες μεγάλης ισχύος με μεγάλο βάρος
- Σχετικά υψηλό αρχικό κόστος
- Κατανάλωση νερού σε πύργους ψύξης
- Χαμηλός συντελεστής συμπεριφοράς.

2.3.3. Ψύξη με Απορρόφηση με Συστήματα «Νερού-Διάλυμα Βρωμιούχου Λιθίου (LiBr)»

Τα περισσότερα συστήματα απορρόφησης που βασίζονται στο "νερό-διάλυμα βρωμιούχου λιθίου" έχουν σχεδιαστεί για εφαρμογές ψύξης αέρα. Τα συστήματα αυτά εμφανίστηκαν περί το 1900, πολύ πριν από αυτά του κύκλου συμπίεσης. Για ιστορικούς λόγους, η μονάδα μέτρησης δίνεται σε RT (ψυκτικοί τόνοι - Refrigeration Tons) από τους κατασκευαστές και 1 RT αντιστοιχεί σε ψυκτική ικανότητα περίπου 3,52 $kW_ψ$.

Συστήματα μονού σταδίου: Οι περισσότεροι κατασκευαστές προσφέρουν συστήματα μονού σταδίου 100 έως 1500 RT, δηλαδή 350 $kW_ψ$ - 5200 $kW_ψ$. Αυτά μπορούν να τροφοδοτηθούν απευθείας

με καυσαέρια ή με ατμό θερμοκρασίας από 110 έως 120 ^{o}C. Εναλλακτικά, μπορούν να τροφοδοτηθούν με υπέρθερμο νερό στους 115 έως 150^{o}C και με μέγιστη πίεση 9 bar.

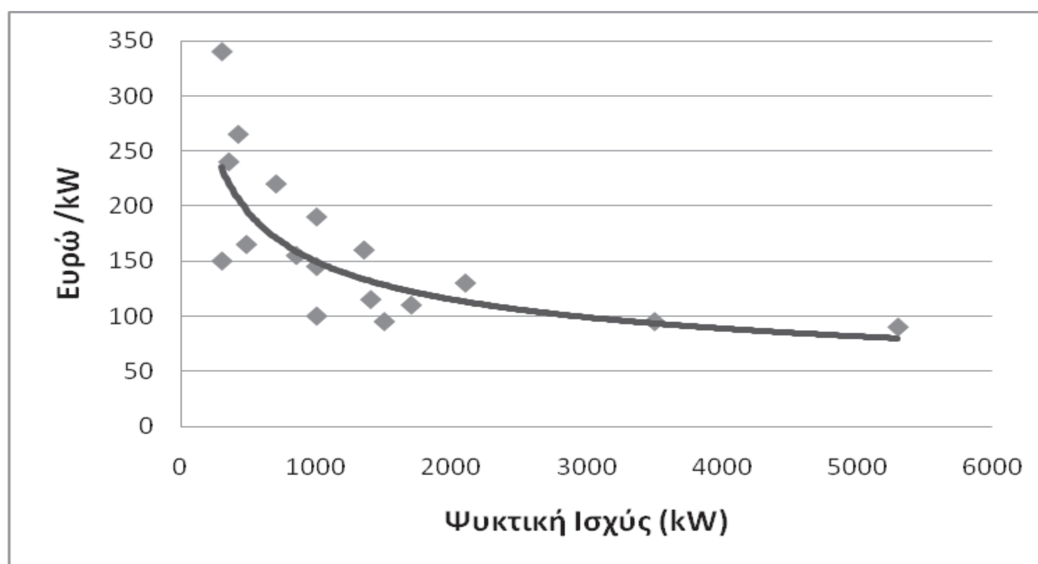
Ο συντελεστής συμπεριφοράς (Coefficient of Performance – COP) μιας ψυκτικής διάταξης απορρόφησης, που ορίζεται ως ο λόγος παραγόμενης ψυκτικής Q_c, προς την προσδιδόμενη θερμική ισχύ Q_{th}, είναι της τάξης του 0,7.

$$COP = \frac{Q_C}{Q_{th}}$$

Συστήματα διπλού σταδίου: Τα συστήματα διπλού σταδίου είναι περίπου στο ίδιο φάσμα ψυκτικής ισχύος με αυτά του μονού σταδίου. Η ελάχιστη ικανότητα ψύξης που προσφέρεται στην αγορά είναι λίγο υψηλότερη από αυτή των συστημάτων μονού σταδίου (περί τα 500 $kW_ψ$). Ο ατμός είναι το προτιμώμενο μέσο «τροφοδοσίας» για ένα τέτοιο σύστημα, σε πιέσεις από 9÷10 bar, που αντιστοιχεί σε περιοχή θερμοκρασιών 175 έως 185^{o}C. Το σύστημα διπλού σταδίου εκκινεί επίσης και με υπέρθερμο νερό, η θερμοκρασία του οποίου κυμαίνεται μεταξύ 155÷205 ^{o}C. Ο συντελεστής συμπεριφοράς σε κάθε περίπτωση είναι 0,9 έως 1,2. Αυτό σημαίνει ότι ο πύργος ψύξης που απαιτείται για έναν ψύκτη διπλού σταδίου είναι μικρότερος από ό,τι για έναν μονού σταδίου κατά περίπου 40%.

Η πολυπλοκότητα των ψυκτών διπλού σταδίου έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους τους σε αντίθεση με αυτούς του μονού σταδίου. Όλες οι εμπορικά διαθέσιμες μηχανές συστημάτων κύκλου απορρόφησης απορρίπτουν θερμότητα σε ένα κύκλωμα πύργου ψύξης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι θερμοκρασίες στο κύκλωμα πύργου ψύξης είναι 32÷37^{o}C. Οι μονάδες διπλού σταδίου γενικά προτιμώνται περισσότερο από αυτές του μονού σταδίου, λόγω της αυξημένης ενεργειακής αποδοτικότητας και της μειωμένης κατανάλωσης νερού.

Το κόστος μιας μονάδας ανά $kW_ψ$ της ψυκτικής ικανότητας εξαρτάται από το μέγεθός της, αλλά γίνεται σχεδόν σταθερό πάνω από 2000 $kW_ψ$ (σχήμα 2.8). Ένας εμπειρικός κανόνας είναι ότι το σύστημα διπλού σταδίου είναι τουλάχιστον 20% ακριβότερο (μπορεί να φθάσει και στο 30-40% ανάλογα με τη χρήση του συστήματος) από το αντίστοιχο σύστημα μονού σταδίου με την ίδια ικανότητα. Ο λόγος για το υψηλότερο κόστος είναι η επιπλέον γεννήτρια και ο συμπυκνωτής κατά τον σχεδιασμό.



Σχήμα 2.8. *Κόστος συστημάτων απορρόφησης Li Br μονού σταδίου (τιμές 2008). [7]*

Δεύτερος εμπειρικός κανόνας είναι ότι μια μονάδα τροφοδοτούμενη με ζεστό νερό είναι περίπου 25% πιο ακριβή από ότι μία μονάδα ατμού με την ίδια ικανότητα. Η αιτία είναι ότι το μέγεθος των αγωγών, που απαιτούνται για μια δεδομένη παροχή θερμικής ενέργειας στο μηχάνημα απορρόφησης, είναι μεγαλύτερο με ζεστό νερό από ότι με ατμό.

2.3.4. Ψύξη με Απορρόφηση με Συστήματα Αμμωνίας - Νερού (NH_3 - H_2O)

Τα συστήματα «αμμωνίας-νερού» έχουν σχεδιαστεί κυρίως για βιομηχανικές εφαρμογές ψύξης, π.χ. ψύξη των τροφίμων ή διαδικασία κατάψυξης, με θερμοκρασίες εξάτμισης περίπου στους -60°C. Αυτό το είδος των μηχανών είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται σε θερμοκρασίες κοντά ή χαμηλότερες των 0°C, δεδομένου ότι οι μονάδες «νερού-βρωμιούχου λιθίου» δεν μπορούν να λειτουργήσουν σε αυτό το εύρος θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία στην οποία ο ατμός πρέπει να παρέχεται για την «τροφοδοσία» της μονάδος εξαρτάται από τη διαθέσιμη θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου και για τη θερμοκρασία ψύξης που πρέπει να επιτευχθεί.

Τα συστήματα αυτά δεν ενδείκνυνται για εγκαταστάσεις σε κτήρια με μονάδες ΣΗΘ.

2.3.5. Σύνοψη τεχνολογιών ψύξης με απορρόφηση

Ο πίνακας 2.3 συνοψίζει το φάσμα των βασικών παραμέτρων που αφορούν ψύκτες απορρόφησης.

Πίνακας 2.3. *Σύγκριση ψυκτών απορρόφησης NH_3 και LiBr (τιμές 2010).*

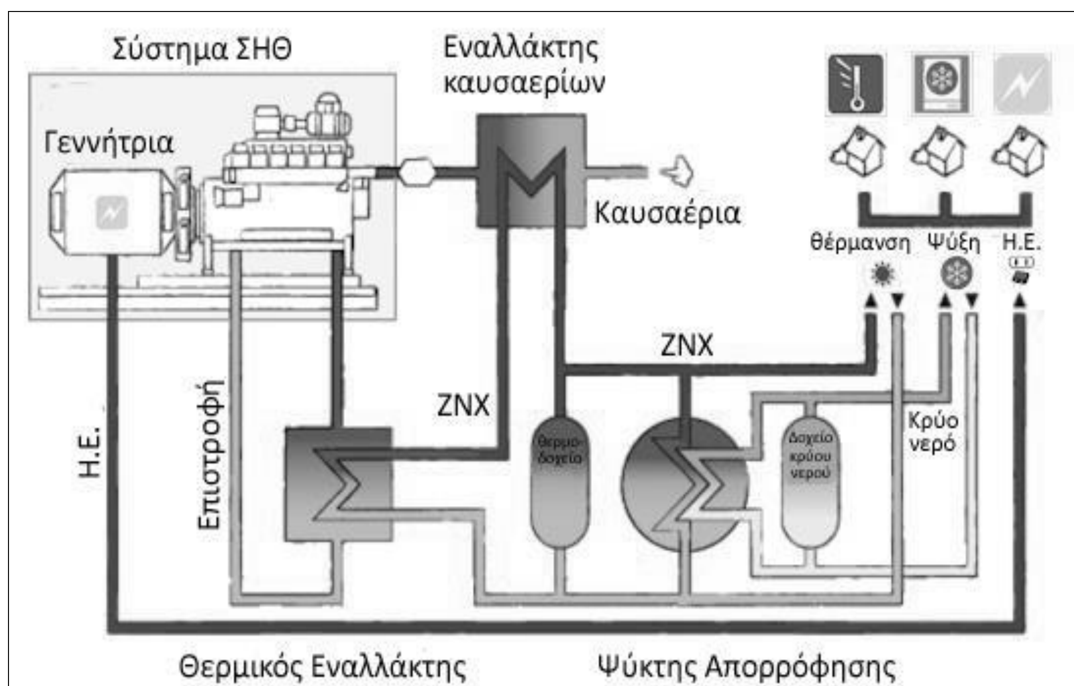
	NH_3 Απορρόφηση	**LiBr – Απορρόφηση**	
Εφαρμογή - Στάδιο	**Μονό**	**Μονό**	**Διπλό**
Ψυκτική Ικανότητα (kW_{ψ})	20÷ 2500	300 ÷ 5000	300 ÷ 5000
Συντελεστής συμπεριφοράς COP	0,6 ÷ 0,7	0,5 ÷ 0,6	0,9 ÷ 1,1
Εύρος θερμοκρασίας προσδιδόμενης θερμότητας (^oC)	120 ÷ 132	120 ÷ 132	150 ÷ 170*
Κόστος Συστήματος (€/ton)	1250 ÷ 1750	870 - 920	930 ÷ 980

Υπάρχουν ψύκτες απορρόφησης που λειτουργούν με θερμό νερό (80÷90 ^oC), έστω και αν ο συντελεστής συμπεριφοράς είναι μικρότερος από αυτούς που λειτουργούν σε υψηλότερες θερμοκρασίες.

Το κόστος συντήρησης των μηχανών απορρόφησης διαφοροποιείται σημαντικά, ανάλογα με το είδος της συμφωνίας του κατασκευαστή / εγκαταστάτη με τον χρήστη του συστήματος τριπαραγωγής. Στις περισσότερες περιπτώσεις η συμφωνία περιλαμβάνει τη συντήρηση ολόκληρου του συστήματος θέρμανσης / ψύξης / κλιματισμού. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρέχει και τη λειτουργία καθώς και συντήρηση όλου του συστήματος, στο πλαίσιο μιας ενιαίας σύμβασης παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.

2.3.6. Σύστημα ΣΗΘ με ψύκτη απορρόφησης

Στο σχήμα 2.9 παρουσιάζεται μια ενδεικτική διάταξη συστήματος ΣΗΘ με ψύκτη απορρόφησης.



Σχήμα 2.9.: *Σύστημα ΣΗΘ με ψύκτη απορρόφησης πηγή: CENERGY.com*

3. ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα εναλλακτικά καύσιμα σταθμών ΣΗΘ είναι τα κάτωθι:

- φυσικό αέριο (ΦΑ)
- υγραέριο
- βιοαέριο
- μίγμα φυσικού αερίου και βιοαερίου
- πετρέλαιο {μαζούτ / ελαφρύ (Diesel)}

Η εμπορική εφαρμογή της πολύ μικρής- και της μικρής- ΣΗΘ γίνεται ως επί το πλείστον με καύσιμο φυσικό αέριο ή υγραέριο.

3.2. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ Φ.Α.

Η σύσταση του φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, δίνεται στον πίνακα 3.1. Η σύσταση διαφέρει ανάλογα με την πηγή προέλευσής του (π.χ. Ρωσία ή Αλγερία).

Πίνακας 3.1. *Φυσικές ιδιότητες Φ.Α.*

Σύσταση - Ιδιότητες	Ρώσικο Φυσικό Αέριο	Αλγερινό Φυσικό Αέριο
Μεθάνιο	min 85 %	85,6 –96,6 %
Αιθάνιο	max 7 %	3,2- 8,5 %
Προπάνιο	max 3 %	0-3 %
Βουτάνιο	max 2 %	0-1,2 %
Πεντάνιο και βαρύτερα	max 1 %	0-0,7 %
Άζωτο	max 5 %	0,2-1,4 %
Διοξείδιο του άνθρακα	max 3 %	0 %
Υδρόθειο	max 5 mg/ m^3	Max 0,5 ppm
Μερκαπτάνη	max 15 mg/m^3	max 2,3 mg/m^3
Σύνολο Θείου	max 60 mg/m^3	max 30 mg/m^3
Πυκνότητα	0,685 kg/m^3	0,74 –0,82 kg/m^3
Μέση Ανωτέρα Θερμογόνος Ικανότητα	9.524 $kcal/Nm^3$	9.982 $kcal/Nm^3$
Μέση Κατωτέρα Θερμογόνος Ικανότητα	8.686 $kcal/Nm^3$	9.016 $kcal/Nm^3$

3.3. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Το υγραέριο αποτελεί μίγμα προπανίου και βουτανίου, οι οποίοι είναι υδρογονάνθρακες με τρία και τέσσερα άτομα άνθρακα, αντίστοιχα. Η χημική σύσταση του προπανίου είναι C_3H_8 ενώ του βουτανίου είναι C_4H_{10}. Τα μίγματα αυτών των υδρογονανθράκων που προορίζονται για την κατανάλωση περιέχουν ποσότητες άλλων ουσιών, όπως ακόρεστο προπάνιο (προπένιο) και ακόρεστο βουτάνιο (βουτένιο), καθώς και ίχνη από ελαφρύτερους και βαρύτερους υδρογονάνθρακες (αιθάνιο, μεθάνιο, πεντάνιο και άλλα). Για τη διάκριση αυτών των μιγμάτων από τις καθαρές μορφές των αερίων, αυτά

είναι γνωστά ως «προπάνιο του εμπορίου» και «βουτάνιο του εμπορίου» και οι προδιαγραφές τους αναφέρονται στο Υπουργικό Διάταγμα με αριθμό 2912 76 20-7-1976, (πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. *Φυσικές ιδιότητες Υγραερίου*

	Προπάνιο	**η- Βουτάνιο**
Χημικός Τύπος	C_3H_8	C_4H_{10}
Μοριακό Βάρος	44,094	58,120
Σημείο πήξης υγρού σε 760mmHg (°C)	-187,7	-138,3
Σημείο βρασμού υγρού σε 760mmHg (°C)	-42,1	-0,5
Πυκνότητα υγρού σε 15,5°C (kg/lt)	0,507	0,583
Σχετική πυκνότητα αερίου (αέρας = 1) σε S.C.	1,522	2,006
Κρίσιμη θερμοκρασία (°C)	96,8	152,0
Κρίσιμη πίεση-απόλυτη (bar)	42,6	38,0
Λόγος όγκου αερίου προς υγρό σε Π.Σ.	272,7	237,8
Λανθάνουσα θερμότητα στο σημείο βρασμού 1 atm σε kcal/kg	101,7	92,3
Λανθάνουσα θερμότητα στο σημείο βρασμού σε kcal/Lit	51,5	53,1
Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (*) σε Π.Σ. (kcal/kg)	12.048	11.851
Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (*) σε Π.Σ. (kcal/m^3)	22.766	29.875

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα ανωτέρω χαρακτηριστικά ισχύουν για το καθαρό προπάνιο (pure Propane) και το καθαρό η-βουτάνιο (pure η-Butane). Οι συνθήκες περιβάλλοντος 15,5°C (60 ^{0}F) και 760 mmHg είναι οι διεθνώς αναφερόμενες ως -πρότυπες συνθήκες (Standard Conditions –S.C **)**. Στον πίνακα χρησιμοποιείται η συντομογραφία Π.Σ. (S.C).
(*) Στην Ελληνική βιβλιογραφία και νομοθεσία αναφέρεται και ως Ανώτερη Θερμογόνος **Δύναμη.**

3.4. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Το βιοαέριο παράγεται σε κατάλληλους χωνευτές (digesters) από την αναερόβια χώνευση (ΑΧ) κτηνοτροφικών, κυρίως, αποβλήτων, όπως είναι τα λύματα χοιροστασίων, πτηνοτροφείων, βουστασίων καθώς και άλλων αγροτοβιομηχανικών μονάδων (ελαιουργείων, σφαγείων, τυροκομείων, ιχθυοτροφείων κ.ά.), λύματα των βιολογικών καθαρισμών, καθώς και από την αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος απορριμμάτων στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ).

Το βιοαέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (CH_4) κατά 55-70% και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) κατά 30-45%. Επίσης περιέχει ελάχιστες ποσότητες άλλων αερίων, όπως άζωτο, υδρογόνο, αμμωνία και υδρόθειο και η κατώτερη θερμογόνος ικανότητά του κυμαίνεται από 20 έως 25 MJ/m^3.

Μετά την ΑΧ ή την αεριοποίηση, το βιοαέριο υφίσταται καθαρισμό (που συνίσταται σε απομάκρυνση των σωματιδίων H_2S, NH_3, H_2O), αναβάθμιση (δηλ. απομάκρυνση CO_2 και προσθήκη προπανίου) και τέλος, απόσμηση. Το παραγόμενο αέριο ονομάζεται **βιομεθάνιο** και διακρίνεται σε βιομεθάνιο ποιότητας L (89% CH_4), ή ποιότητας Η (96% CH_4)**.** Το βιομεθάνιο που προέρχεται από την τεχνολογία της ΑΧ ανήκει στα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς, ενώ αυτό που προέρχεται από την αεριοποίηση θεωρείται βιοκαύσιμο δεύτερης γενιάς.

Η σύσταση και οι ελάχιστες ποιοτικές προδιαγραφές και απαιτήσεις που πρέπει να πληροί το βιομεθάνιο για χρήση του ως καύσιμο μεταφορών ή για έγχυση στο δίκτυο του ΦΑ παρουσιάζονται στους πίνακες 3.3. & 3.4.

Πίνακας 3.3. *Σύσταση και ιδιότητες βιοαερίου, βιο-μεθανίου και αερίου σύνθεσης, πηγή [8]*

Συστατικό	Σύμβολο	Βιοαέριο	Βιομεθάνιο	Αέριο σύνθεσης
Μεθάνιο	CH_4	55-70%	>97%	52,35%
Διοξείδιο άνθρακα	CO_2	30-45%	<1%	41,00 %
Άζωτο	N_2	<2%	<2%	6,65 %
Οξυγόνο	O_2	<0,5%	<0,5%	
Υδρόθειο	H_2S	<500 ppm	<0,5 mg/Nm^3	-
Υδρογονάνθρακες	C_nH_m	<100 ppm	<10 ppm	5,8 ppm
Νερό	H_2O	κορεσμένο	< 0,03 g/m^3	-
Θερμογόνος ικανότητα	$H_{S,M}$	6-7,5 kWh/Nm^3	max. 11 kWh/Nm^3	4 kWh/Nm^3
Δείκτης Wobbe	I_W	6-11 kWh/Nm^3	max. 11 kWh/Nm^3	8 kWh/Nm^3

Πίνακας 3.4. *Σύγκριση συστατικών διαφόρων αερίων καυσίμων, πηγή : [8]*

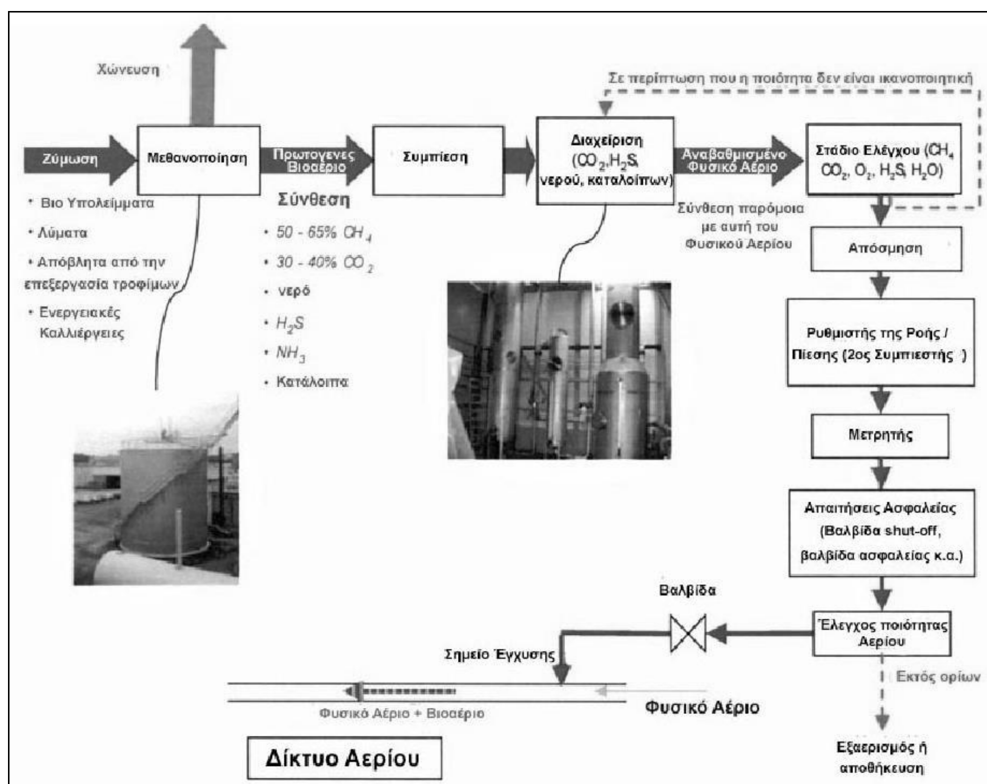
Συστατικό	Σύμβολο	Αέριο ΧΥΤΑ	Αέριο ιλύος βιολογικών απόβλητων	Αέριο ιλύος βιομηχανικών απόβλητων	Φυσικό αέριο
Μεθάνιο	CH_4	47%	67%	77%	91.1%
Διοξείδιο άνθρακα	CO_2	35%	33%	23%	0.5%
Άζωτο	N_2	16%	0.2%	Ίχνη	0.6%
Οξυγόνο	O_2	2%	Ίχνη	Ίχνη	Ίχνη
Υδρογόνο	H_2	Ίχνη	Ίχνη	Ίχνη	Ίχνη
Υδρόθειο	H_2S	300 ppm	<10 ppm	<10 ppm	Ίχνη
Διάφοροι Υδρογονάνθρακες	C_nH_m	50 ppm	<10 ppm	<10 ppm	7.8 %

Κυριότερες πηγές για την παραγωγή βιοαερίου είναι οι ενεργειακές καλλιέργειες (καλαμπόκι – σιτηρά κ.ά.) όπως επίσης οι ΧΥΤΑ και τα λύματα βιολογικών καθαρισμών.

3.5. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΙΓΜΑΤΟΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Μίγμα βιοαερίου και φυσικού αερίου αναμεμιγμένο στο δίκτυο διανομής αερίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα συστήματα ΣΗΘ. Ωστόσο για να εισαχθεί στο δίκτυο του φυσικού αερίου το βιοαέριο, θα πρέπει να ακολουθήσει τη διαδικασία επεξεργασίας που παρουσιάζεται στο διάγραμμα του σχήματος 3.1. Η σειρά των λειτουργιών που παρουσιάζονται στο σχήμα είναι ενδεικτική και μπορεί να διαφοροποιηθεί ανάλογα. Σημειώνεται ότι η μίξη υγραερίου, αέρα ή αζώτου είναι προαιρετική και εξαρτάται από την εθνική νομοθεσία.

Αρχικά γίνεται η διαδικασία ζύμωσης και «χώνεψης» των αποβλήτων σε δεξαμενές, από την οποία προκύπτει το ακάθαρτο βιοαέριο, με περιεκτικότητα 50-65% σε μεθάνιο. Ακολουθεί ο καθαρισμός του βιοαερίου, με την αφαίρεση συστατικών, όπως το νερό, το υδρόθειο και άλλων μικροοργανισμών. Στη συνέχεια εκτελείται η διαδικασία αναβάθμισής του, η οποία εστιάζεται κυρίως στην αφαίρεση του διοξειδίου του άνθρακα, προκειμένου να επιτευχθεί σύσταση ανάλογη με εκείνη του φυσικού αερίου. Τέλος, γίνεται μέτρηση της ποσότητας, ρύθμιση των συνθηκών πίεσης και ακολουθεί η εισαγωγή στο σύστημα φυσικού αερίου, αφού προηγηθεί ο τελικός έλεγχος ποιότητας.



Σχήμα 3.1. *Η επεξεργασία του βιοαερίου κατά την εισαγωγή του στο δίκτυο φυσικού αερίου*

3.6. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Με βάση την εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων ΣΗΘ, η σύνδεσή τους με το δίκτυο διανομής ΦΑ μπορεί να γίνει είτε στο δίκτυο μέσης πίεσης (ονομαστική πίεση 19 bar με συνήθη πίεση τροφοδοσίας 1 ή 2 bar), είτε στο δίκτυο χαμηλής πίεσης (ονομαστική πίεση 4 bar ή 25 mbar) με συνήθη πίεση τροφοδοσίας 25 ή 300 mbar και 25 mbar αντίστοιχα. Στον πίνακα 3.5 συνοψίζονται οι δυνατότητες σύνδεσης.

Πίνακας 3.5. *Πιέσεις τροφοδοσίας μονάδων ΣΗΘ*

Δίκτυο Διανομής	**Πίεση Παροχής**	**Τύπος Σταθμού Ρύθμισης και Μέτρησης Φ.Α.**	**Πίεση τροφοδοσίας εσωτερικής εγκατάστασης**
Μέσης Πίεσης	19 bar	MR-IND	1 bar ή 2 bar
Χαμηλής Πίεσης	4 bar	MRS	300 mbar
Χαμηλής Πίεσης	4 bar	Μετρητής	25 mbar
Χαμηλής Πίεσης	25 mbar	Μετρητής	25 mbar

Για την τροφοδότηση της μονάδας ΣΗΘ από το δίκτυο της μέσης πίεσης 19 bar απαιτείται η εγκατάσταση από το Διαχειριστή του Δικτύου Διανομής Φυσικού Αερίου ενός ρυθμιστικού σταθμού υποβιβασμού της πίεσης των 19 bar στην πίεση του εσωτερικού δικτύου του καταναλωτή (συνήθως 1 ή 2 bar). Σε ορισμένες περιπτώσεις, ανάλογα με το μήκος του εσωτερικού δικτύου και την πίεση λειτουργίας της μονάδας ΣΗΘ, ενδέχεται να απαιτηθεί η εγκατάσταση και δεύτερης ρυθμιστικής διάταξης υποβιβασμού της πίεσης στο εσωτερικό δίκτυο.

Στο σχήμα 3.2 απεικονίζεται σχηματικό μονογραμμικό διάγραμμα σύνδεσης του καταναλωτή με «βιομηχανικού τύπου σταθμό (MR – IND)» με το δίκτυο μέσης τάσης των 19 bar, όπως απαιτείται για την τροφοδοσία μονάδων ΣΗΘ.

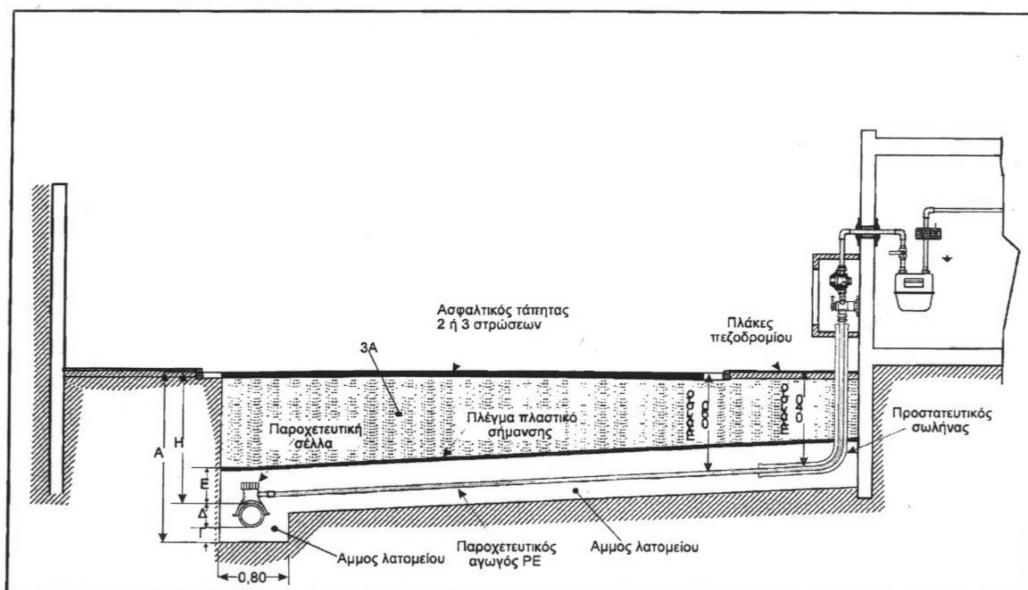
Σχήμα 3.2. *Σχηματικό διάγραμμα σταθμού υποβιβασμού της πίεσης από το δίκτυο των 19 bar, πηγή ΕΠΑ ΑΤΤΙΚΗΣ Α.Ε.*

Σχήμα 3.3. *Τυπικό διάγραμμα σταθμού υποβιβασμού της πίεσης από το δίκτυο των 4 bar*

Για την τροφοδότηση μονάδας ΣΗΘ από το δίκτυο Χαμηλής πίεσης των 4 bar (σύνηθες αστικό δίκτυο), απαιτείται η εγκατάσταση ρυθμιστικού σταθμού υποβιβασμού της πίεσης από την πίεση του δικτύου Χαμηλής πίεσης στην πίεση τροφοδοσίας του εσωτερικού δικτύου, πριν το σταθμό ΣΗΘ.

Στο σχήμα 3.3. απεικονίζεται σχηματικό διάγραμμα σύνδεσης του καταναλωτή με σταθμό υποβιβασμού τύπου MRS στα 4/300 mbar, για την τροφοδοσία μονάδων ΣΗΘ, με πίεση εσωτερικού δικτύου 300 mbar.

Στο σχήμα 3.4. απεικονίζεται σχηματικό διάγραμμα σύνδεσης του καταναλωτή με ρυθμιστική μετρητική διάταξη υποβιβασμού τύπου "Ρυθμιστή/Μετρητή ή ΣΕΤ στα 4/25 mbar", για πίεση εσωτερικού δικτύου 25 mbar.



Σχήμα 3.4. *Σχηματικό διάγραμμα σύνδεσης με ρυθμιστική μετρητική διάταξη της πίεσης από το δίκτυο των 4 bar.*

Για την τροφοδότηση της μονάδας ΣΗΘ από το δίκτυο Χαμηλής πίεσης των 25 mbar (π.χ. ιστορικό κέντρο Αθηνών) απαιτείται η εγκατάσταση μόνο μετρητικής διάταξης.

3.7. ΙΣΧΥΟΝΤΕΣ ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ Φ.Α.

Κατά τη σχεδίαση και λειτουργία εφαρμόζονται οι απαιτούμενοι κανονισμοί εγκαταστάσεων φυσικού αερίου. Οι ισχύοντες σχετικοί Τεχνικοί Κανονισμοί για τις εσωτερικές εγκαταστάσεις Φ.Α. δίνονται αναλυτικά στη βιβλιογραφία [9].

4. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η σύνδεση και λειτουργία των συστημάτων ΣΗΘ στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι οι ισχύουσες τιμές εμπορίας της ηλεκτρικής ενέργειας, τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και οι τεχνικές απαιτήσεις της εγκατάστασης, τα επίπεδα ζήτησης του θερμικού φορτίου, η διαθεσιμότητα του καυσίμου και η ύπαρξη επαρκών εγκαταστάσεων για τη μεταφορά του κ.τ.λ. Η ικανοποίηση όλων αυτών των παραγόντων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη σχετικών διαφοροποιήσεων για τη σύνδεση των συστημάτων ΣΗΘ σε διαφορετικά δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως, σε κάθε περίπτωση η σύνδεση των συστημάτων ΣΗΘ που, βρίσκονται εγκατεστημένα σε κτηριακές εγκαταστάσεις, όπως και κάθε μονάδας Διασπαρμένης Παραγωγής στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να πραγματοποιείται έτσι ώστε να μην προκαλούνται ανεπίτρεπτες διαταραχές της παροχής ηλεκτρικής ισχύος των ήδη συνδεδεμένων Παραγωγών ή Καταναλωτών. Ειδικότερα, όταν συμβαίνουν διαταραχές της κανονικής λειτουργίας των συστημάτων ή/και του δικτύου, από διάφορα σφάλματα ή άλλα αίτια, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι επιπτώσεις τους περιορίζονται στο ελάχιστο δυνατόν, ενώ δεν θα πρέπει να δημιουργούνται επικίνδυνες καταστάσεις για τον εξοπλισμό ή και την ασφάλεια προσώπων [10].

Τα δίκτυα διανομής γενικά χαρακτηρίζονται από ροή ισχύος προς μία μόνο κατεύθυνση, αυτή προς το μέρος της κατανάλωσης [11]. Όμως, η σύνδεση των μονάδων διασπαρμένης παραγωγής και, ειδικά, των συστημάτων ΣΗΘ μπορεί να προκαλέσει καταστάσεις ροής ισχύος προς δύο κατευθύνσεις στους κλάδους του δικτύου. Επίσης, οι εγκαταστάσεις των συστημάτων ΣΗΘ μπορεί να παρέχουν ισχύ στο δίκτυο, ενώ σε άλλες χρονικές περιόδους μπορεί να τροφοδοτούνται από αυτό. Το θέμα αυτό αντιμετωπίζεται από τον Διαχειριστή Δικτύου, γιατί η έλλειψη των απαραίτητων τεχνικών κανόνων μπορεί να προκαλέσει καταστάσεις στις οποίες τα συστήματα ΣΗΘ μπορεί να εγχέουν ισχύ στο δίκτυο όταν συμβαίνουν βραχυκυκλώματα χωρίς αυτό να γίνεται αντιληπτό από τον Διαχειριστή. Επίσης, εάν δεν καθορισθεί ένα κοινό πλαίσιο ένταξης των συστημάτων ΣΗΘ στο δίκτυο, υπάρχει ο κίνδυνος σύνδεσής τους σε διάφορα σημεία του δικτύου (νόμιμα ή παράνομα) χωρίς κάτι τέτοιο να έχει γνωστοποιηθεί στον Διαχειριστή Δικτύου. Σε τέτοιες περιπτώσεις, σφάλματα των συστημάτων μπορεί να μη γίνονται αντιληπτά από τον Διαχειριστή Δικτύου ενώ υπάρχει σοβαρή πιθανότητα το προσωπικό που καλείται να τα αντιμετωπίσει να μην γνωρίζει την κατεύθυνση της ροής ισχύος στο δίκτυο. Οι καταστάσεις αυτές μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στην ασφάλεια ανθρώπων και εξοπλισμού του δικτύου.

4.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

Θεωρητικά, υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι στους οποίους διακρίνονται οι μονάδες παραγωγής των συστημάτων ΣΗΘ ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους [12] [13]:

- Το σύστημα ΣΗΘ λειτουργεί για να καλύπτει τις απαιτήσεις του ηλεκτρικού φορτίου βάσης και του αντίστοιχου θερμικού φορτίου της εγκατάστασης του καταναλωτή. Σε οποιεσδήποτε καταστάσεις που μπορεί να υπάρχουν για τη μη επαρκή ικανοποίηση των απαιτήσεων του ηλεκτρικού ή/και θερμικού φορτίου της εγκατάστασης, επιπρόσθετες ποσότητες ηλεκτρικής ισχύος μπορεί να

παρέχονται από το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας ενώ επιπρόσθετες ποσότητες θερμικής ισχύος μπορεί να παρέχονται από κατάλληλους λέβητες που ευρίσκονται σε κατάσταση αναμονής.

- Το σύστημα ΣΗΘ λειτουργεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος, επιπλέον των απαιτήσεων του συνολικού ηλεκτρικού φορτίου της εγκατάστασης του καταναλωτή, η οποία εξάγεται (πωλείται) προς το δίκτυο διανομής ενώ ολόκληρη η παραγόμενη θερμική ισχύς της χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του θερμικού φορτίου της εγκατάστασης του καταναλωτή. Εναλλακτικά, το σύστημα ΣΗΘ λειτουργεί κύρια για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του ηλεκτρικού φορτίου της εγκατάστασης, ενώ η επιπρόσθετη παραγόμενη θερμική ισχύς αποβάλλεται ανεκμετάλλευτη προς το περιβάλλον. Όμως, αυτή η λειτουργική πρακτική μειώνει σημαντικά το συνολικό βαθμό απόδοσης του συστήματος ΣΗΘ και, γενικότερα, δεν πρέπει να εφαρμόζεται.
- Το σύστημα ΣΗΘ λειτουργεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος, με ή χωρίς εξαγωγή (πώληση) προς το δίκτυο διανομής, ενώ η παραγόμενη θερμική ισχύς χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του θερμικού φορτίου της εγκατάστασης και η επιπρόσθετη ισχύς χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των θερμικών φορτίων άλλων καταναλωτών με τους οποίους υπάρχουν σχετικές συμβάσεις.
- Το σύστημα ΣΗΘ λειτουργεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος η οποία εγχέεται ολοκληρωτικά στο δίκτυο διανομής, χωρίς να χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του ηλεκτρικού φορτίου των εγκαταστάσεων των καταναλωτών. Η ηλεκτρική ισχύς που απαιτείται για την ικανοποίηση του ηλεκτρικού φορτίου της εγκατάστασης του καταναλωτή παρέχεται από το δίκτυο διανομής διαμέσου διαφορετικής σύνδεσης. Η παραγόμενη θερμική ισχύς του συστήματος ΣΗΘ χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του θερμικού φορτίου της εγκατάστασης του καταναλωτή, ενώ η επιπρόσθετη ισχύς χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των θερμικών φορτίων άλλων καταναλωτών. Αυτή η λειτουργική πρακτική χρησιμοποιείται όταν η τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας προς το δίκτυο διανομής είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη τιμή αγοράς από αυτό. Στην Ελλάδα εφαρμόζεται αυτή η πρακτική ενώ αναμένεται να αποτελέσει τη βασική λειτουργική πρακτική σε πολλά μελλοντικά συστήματα ΣΗΘ.

4.3. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Ο καθορισμός της διαδικασίας σύνδεσης ενός συστήματος ΣΗΘ στο δίκτυο διανομής, πρέπει να στηρίζεται στην αρχή ότι πραγματοποιείται με τον πιο οικονομικό τρόπο, χωρίς να παραβιάζονται τα όρια διαταραχών που θέτει ο Κώδικας Διαχείρισης Δικτύου. Γενικά, είναι προτιμότερο τα συστήματα ΣΗΘ να συνδέονται όσο το δυνατό πλησιέστερα προς τα φορτία, έτσι ώστε να περιορίζονται οι ροές ισχύος των κλάδων του δικτύου διανομής. Επιπλέον, πρέπει να αποφεύγονται λειτουργικές καταστάσεις εκτός των επιτρεπόμενων ορίων και να επιδιώκεται όσο το δυνατό μεγαλύτερη βελτίωση των τάσεων και μείωση των απωλειών ισχύος. Η επιλογή του ΣΚΣ θα αποφασίζεται μετά από το σχετικό έλεγχο και εάν ικανοποιούνται όλες οι απαιτούμενες προϋποθέσεις σύνδεσης στο δίκτυο διανομής. Επιπρόσθετα, μετά από την έναρξη της λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ θα ελέγχεται ο βαθμός ικανοποίησης όλων των απαιτούμενων προϋποθέσεων. Όταν το ΣΣΔ διαφοροποιείται από το ΣΚΣ, όπως συμβαίνει κατά τη σύνδεση του συστήματος ΣΗΘ μέσω αποκλειστικής γραμμής διανομής, μπορεί να γίνονται δεκτά ευρύτερα όρια από αυτά που ισχύουν για το ΣΚΣ. Σημειώνεται ότι εάν κατά τη λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ διαπιστωθούν αποκλίσεις και διαταραχές μεγαλύτερες από τα

επιτρεπόμενα όρια, λόγω μη ακριβών στοιχείων που χορηγήθηκαν, ο ιδιοκτήτης του υποχρεούται στην άμεση λήψη διορθωτικών μέτρων, σύμφωνα με τις υποδείξεις του Διαχειριστή Δικτύου.

Τα μέσα ζεύξης και προστασίας που χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίζεται η ασφαλής σύνδεση των εγκαταστάσεων των συστημάτων ΣΗΘ στο δίκτυο διανομής είναι τα ακόλουθα:

- Μετασχηματιστής Ισχύος: Για τη σύνδεση του συστήματος μικρής ΣΗΘ στο δίκτυο Μέσης Τάσης απαιτείται να εγκατασταθούν ένας ή περισσότεροι μετασχηματιστές ισχύος με κατάλληλες τιμές φαινόμενης ισχύος έτσι ώστε να μετασχηματίζεται η τάση στο επίπεδο της Χαμηλής Τάσης.
- Συσκευή Αποσύνδεσης: Ένας χειροκίνητος διακόπτης που θα αποσυνδέει τη μονάδα ΣΗΘ από το δίκτυο διανομής θα παρέχεται, θα εγκαθίσταται και θα συντηρείται από το Χρήστη. Εάν ο διακόπτης αυτός είναι εγκατεστημένος προς τη μεριά του δικτύου διανομής, η εγκατάστασή του θα πραγματοποιείται από το Διαχειριστή Δικτύου ενώ το αντίστοιχο κόστος θα το αναλαμβάνει ο Χρήστης. Ο Διαχειριστής Δικτύου διατηρεί το δικαίωμα να ενεργοποιεί το διακόπτη όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο για λόγους συντήρησης και επισκευής του εξοπλισμού του. Επίσης, η διαδικασία αποσύνδεσης μπορεί να πραγματοποιείται χωρίς να προηγείται ενημέρωση του Χρήστη σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης του δικτύου διανομής, όταν διαπιστώνεται ότι η λειτουργία της εγκατάστασης μπορεί να θέτει σε κίνδυνο τη λειτουργία του Δικτύου ή τους υπόλοιπους Χρήστες του και εφόσον αυτό κρίνεται απαραίτητο για να διασφαλιστεί η ασφάλεια του προσωπικού του Διαχειριστή Δικτύου.
- Αυτόματος Διακόπτης Γεννήτριας (ΑΔΓ): Κάθε μονάδα ΣΗΘ περιλαμβάνει έναν ΑΔΓ με τον οποίο πραγματοποιείται ο έλεγχός της και επιτυγχάνεται η προστασία της μέσω των κατάλληλων αισθητηρίων. Ο ΑΔΓ βρίσκεται συνήθως κοντά στη μονάδα ΣΗΘ και είναι συχνά της ίδιας τάσεως.
- Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης (ΑΔΔ): Είναι το στοιχείο που επιτρέπει τη ζεύξη ή την απομόνωση των εγκαταστάσεων των συστημάτων ΣΗΘ από το δίκτυο διανομής και απαιτείται σε περιπτώσεις που περιλαμβάνουν περισσότερες από μια μονάδες ΣΗΘ σε απόσταση μεταξύ τους και, κυρίως, όταν προβλέπεται η δυνατότητα απομονωμένης λειτουργίας της εγκατάστασης. Ο ΑΔΔ ελέγχεται μέσω κατάλληλου εξοπλισμού που περιλαμβάνει ηλεκτρονόμους υπερεντάσεως των αυτόματων διακοπτών οι οποίοι διαρρέονται από το ρεύμα βραχυκύκλωσης. Οι ηλεκτρονόμοι αυτοί θα πρέπει να συνεργάζονται με τα προηγούμενα μέσα προστασίας του δικτύου διανομής που προκαλούν την οριστική διακοπή, όπως είναι για παράδειγμα οι ηλεκτρονόμοι χρονικής καθυστέρησης των διακοπτών ισχύος στην αναχώρηση της γραμμής.
- Ηλεκτρονόμοι Ορίων Τάσεως και Συχνότητας: Οι προστασίες αυτές συμβάλλουν στην απομόνωση της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ από το δίκτυο διανομής σε περιπτώσεις σφαλμάτων (βραχυκυκλωμάτων), διότι τα σφάλματα αυτά συνοδεύονται από σημαντικές αποκλίσεις των τάσεων από τις ονομαστικές τιμές τους. Απαιτούνται ηλεκτρονόμοι υπέρτασης, υπότασης, υπερσυχνότητας και υποσυχνότητας. Οι προστασίες των ορίων συχνότητας αφορούν κύρια την ανίχνευση της νησιδοποίησης (σε συνδυασμό με τον έλεγχο των ορίων τάσεως), διότι μετά από την αποσύνδεση από το δίκτυο διανομής μεταβάλλεται απότομα η ταχύτητα περιστροφής των μονάδων ΣΗΘ και, επομένως, η συχνότητα της παραγόμενης τάσης. Μία επιπρόσθετη προστασία για την αποφυγή της νησιδοποίησης είναι η προστασία ομοπολικής τάσης. Σε συγκεκριμένες καταστάσεις λειτουργίας, που κύρια αφορούν συστήματα ΣΗΘ μεγάλης ισχύος, μπορεί να είναι αναγκαία η εγκατάσταση προστασιών που θα εξασφαλίζουν πιο αποτελεσματικά την απομόνωση του συστήματος ΣΗΘ σε γεγονότα μονίμων σφαλμάτων στο δίκτυο διανομής. Η εγκατάσταση των προστασιών αυτών θα αποφασίζεται από το Διαχειριστή Δικτύου σε συνεργασία με τον ιδιοκτήτη του συστήματος ΣΗΘ.
- Ρυθμιστής Τάσης: Μπορεί να απαιτείται ανάλογα με το σύστημα ΣΗΘ που εγκαθίσταται και χρειάζεται για να διατηρεί την τάση εξόδου της αντίστοιχης μονάδας σε συγκεκριμένη τιμή.

- Γείωση: Η μέθοδος γείωσης που επιλέγεται για την εγκατάσταση του συστήματος ΣΗΘ δεν αφορά την κατάσταση κανονικής λειτουργίας του δικτύου διανομής. Όμως, κατά τη διάρκεια σφαλμάτων στο δίκτυο, η γείωση έχει ξεχωριστή σημασία διότι αποτελεί ένα μέσο για την προστασία ανθρώπων και εξοπλισμού. Υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι γείωσης οι οποίες εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά κάθε συστήματος και μπορεί να περιλαμβάνουν την απευθείας γείωση χωρίς την ύπαρξη σύνθετης αντίστασης, τη γείωση μέσω ωμικής αντιστάσεως ή επαγωγικού πηνίου, τη χρησιμοποίηση πολλαπλών σημείων γείωσης κ.τ.λ.. Γενικά, σημειώνεται ότι η γείωση της εγκατάστασης ΣΗΘ πρέπει να γίνει σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς και τους κανόνες του Διαχειριστή Δικτύου Διανομής.

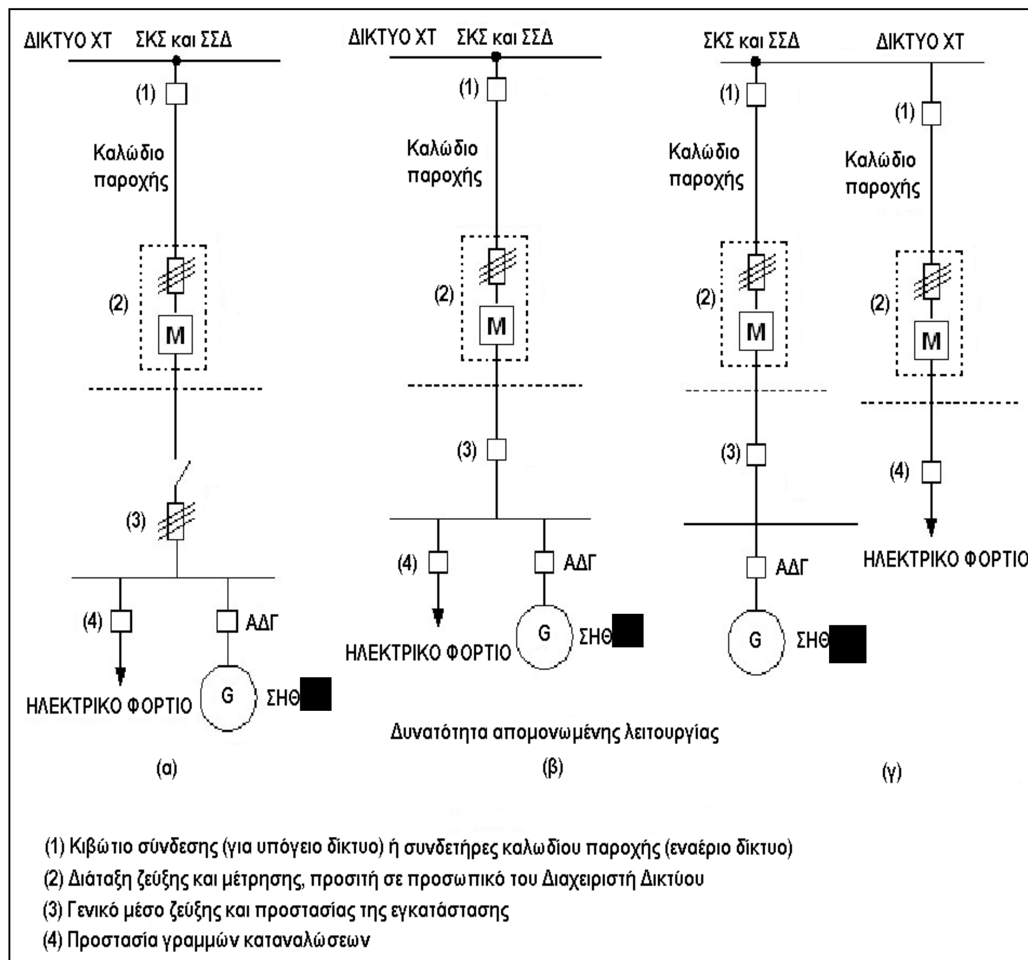
Η λειτουργία κάθε μονάδας ΣΗΘ έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των ρευμάτων βραχυκύκλωσης στο δίκτυο και είναι πιθανό να απαιτείται η βελτίωση του συστήματος προστασίας και η αναβάθμιση των χρησιμοποιούμενων γραμμών διανομής έτσι ώστε να μην προκαλούνται υπερβάσεις των επιτρεπτών ορίων λειτουργίας. Οι διαδικασίες που απαιτούνται για την προστασία του συστήματος ΣΗΘ και του δικτύου διανομής πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την απομονωμένη και τη μη απομονωμένη λειτουργία του δικτύου. Τα ρεύματα βραχυκύκλωσης του δικτύου διανομής αποτελούν τον κύριο τρόπο ανίχνευσης των σφαλμάτων που συμβαίνουν σε αυτό και παραδοσιακές διατάξεις και μέθοδοι χρησιμοποιούνται για την προστασία των συστημάτων ΣΗΘ. Όμως, η συνεισφορά των βραχυκυκλωμάτων που συμβαίνουν στα συστήματα ΣΗΘ είναι σημαντική και η προστασία του δικτύου διανομής από τα σφάλματα αυτά αποτελεί μία περισσότερο πολύπλοκη διαδικασία. Λόγω των λειτουργικών χαρακτηριστικών των συστημάτων ΣΗΘ, η συνεισφορά των ασύμμετρων βραχυκυκλωμάτων είναι περιορισμένη. Οι σύγχρονες γεννήτριες των συστημάτων ΣΗΘ μικρής ισχύος θα πρέπει να είναι εξοπλισμένες με εξελιγμένες συσκευές διέγερσης έτσι ώστε οι τιμές του ρεύματος βραχυκύκλωσης να γίνονται αρκετά μεγαλύτερες από τις απαιτούμενες τιμές του συστήματος προστασίας. Επομένως, η ενεργοποίηση του συστήματος προστασίας και η απομόνωση του συστήματος ΣΗΘ εξαρτάται από το ρεύμα βραχυκύκλωσης του δικτύου διανομής, ενώ πρέπει να εξασφαλίζεται ότι κατά τη διάρκεια των βραχυκυκλωμάτων η μονάδα ΣΗΘ δε θα τροφοδοτεί το υπόλοιπο δίκτυο. Επίσης, κατά τη διαδικασία επαναφοράς τα επιμέρους τμήματα του δικτύου πρέπει να είναι συγχρονισμένα και, για το σκοπό αυτό, απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού στα σημεία επαναφοράς έτσι ώστε η διαφορά της τάσης στα δύο τμήματα του δικτύου να λαμβάνει τη μικρότερη δυνατή τιμή. Τέλος, σημειώνεται ότι συχνά απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αναγνώρισης των καταστάσεων νησιδοποίησης των τμημάτων του δικτύου διανομής από τα σημεία τροφοδότησης του. Στις καταστάσεις αυτές μπορεί να απαιτείται η ενεργοποίηση κατάλληλου εξοπλισμού ζεύξης που ευρίσκεται κανονικά σε κατάσταση ανοικτής λειτουργίας, έτσι ώστε να μπορούν να επανατροφοδοτηθούν τα αντίστοιχα φορτία σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα [14].

Στο Παράρτημα Ι παρατίθενται τα πρότυπα ασφαλείας λειτουργίας και οι απαιτήσεις του εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται στα συστήματα ΣΗΘ.

4.4. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΣΤΗ ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ

Στο δίκτυο ΧΤ συνδέονται γενικά εγκαταστάσεις συστημάτων ΣΗΘ των οποίων η μέγιστη παραγόμενη ισχύς δεν είναι μεγαλύτερη από 100 kWe ενώ η σύνδεση μονοφασικών μονάδων ΣΗΘ μπορεί να γίνεται μόνο όταν η ισχύς τους δεν ξεπερνά τα 5 kW_e. Στα σχήματα 4.1.(α), (β) και (γ) φαίνονται τρία μονογραμμικά διαγράμματα σύνδεσης ενός συστήματος ΣΗΘ σε δίκτυο ΧΤ. Σε όλες τις

περιπτώσεις, το ΣΚΣ συμπίπτει με το ΣΣΔ, το οποίο είναι το σημείο σύνδεσης του καλωδίου παροχής στη γραμμή ΧΤ, όταν πρόκειται για εναέριο δίκτυο, ή το κιβώτιο σύνδεσης του υπογείου καλωδίου παροχής, όταν πρόκειται για υπόγειο δίκτυο. Εάν πραγματοποιείται απ' ευθείας σύνδεση του συστήματος ΣΗΘ στους ζυγούς ΧΤ μέσω αποκλειστικής γραμμής διανομής, τα ΣΚΣ και ΣΣΔ διαφοροποιούνται. Όμως, δεν προβλέπεται η εγκατάσταση ανεξάρτητων μετρητικών διατάξεων στην άφιξη και αναχώρηση της γραμμής διανομής.



Σχήμα 4.1. *Μονογραμμικά διαγράμματα σύνδεσης συστημάτων πολύ μικρής και μικρής ΣΗΘ σε δίκτυο διανομής ΧΤ.*

Το διάγραμμα του σχήματος 4.1(α) αντιστοιχεί σε εγκαταστάσεις συστημάτων ΣΗΘ με πολύ μικρή ισχύ που μπορεί να είναι και μονοφασικές. Το γενικό μέσο ζεύξης – προστασίας της εγκατάστασης μπορεί να είναι ο χειροκίνητος γενικός διακόπτης (φορτίου) και οι ασφάλειες ή άλλο αντίστοιχο μέσο. Η προστασία του συστήματος ΣΗΘ σε περίπτωση διαταραχών στο δίκτυο διανομής καθώς και η απομόνωσή του σε περίπτωση πλήρους διακοπής της σύνδεσής του, θα πρέπει να επιτυγχάνεται μέσω του ΑΔΓ ή άλλων κατάλληλων προστασιών, ενσωματωμένων στο σύστημα ελέγχου του, έτσι ώστε να αποκλείεται κατά το δυνατόν η περίπτωση απομονωμένης λειτουργίας της εγκατάστασης.

Το διάγραμμα του σχήματος 4.1(β) μπορεί να χρησιμοποιείται για μεγαλύτερης ισχύος συστήματα ΣΗΘ και πιο σύνθετες εγκαταστάσεις ενώ κύρια διαφέρει από το σχήμα 4.1(α) στο γενικό μέσο ζεύξης και προστασίας το οποίο περιλαμβάνει οπωσδήποτε διακόπτη ισχύος (αυτόματο διακόπτη). Αυτός ο

διακόπτης ισχύος σε συνεργασία με τον ΑΔΓ μπορεί να επιτρέπει και την απομονωμένη λειτουργία της εγκατάστασης σε περιπτώσεις διακοπής της σύνδεσης στο δίκτυο διανομής.

Το διάγραμμα του σχήματος 4.1(γ) αντιστοιχεί σε λειτουργική κατάσταση του συστήματος ΣΗΘ σύμφωνα με την οποία ολόκληρη η ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος εγχέεται στο δίκτυο διανομής μέσω της αντίστοιχης ζεύξης ενώ η ζήτηση ηλεκτρικού φορτίου της εγκατάστασης του αντίστοιχου καταναλωτή ικανοποιείται μόνο από το δίκτυο διανομής.

Σημειώνεται ότι και στις τρεις περιπτώσεις σύνδεσης που φαίνονται στα διαγράμματα των Σχημάτων 4.1(α),(β) και (γ), η ζήτηση του θερμικού φορτίου της εγκατάστασης ικανοποιείται από την παραγόμενη θερμική ισχύ του συστήματος ΣΗΘ, ενώ η επιπρόσθετη ισχύς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ικανοποίηση των θερμικών φορτίων άλλων καταναλωτών. Επίσης, η μετρητική διάταξη είναι λειτουργικά παρόμοια και περιλαμβάνει τον μετρητή και το μέσο προστασίας του, όπως και στην περίπτωση των καταναλωτών. Το είδος και πλήθος των μετρητών μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης και καθορίζεται στη Σύμβαση Αγοραπωλησίας. Τέλος, τα διαγράμματα των σχημάτων 4.1(β) και (γ) μπορούν να εφαρμόζονται σε ακόμη πιο σύνθετες εγκαταστάσεις. Για παράδειγμα, μπορεί να περιλαμβάνουν τη λειτουργία περισσότερων συστημάτων ΣΗΘ ή/και άλλου τύπου μονάδων παραγωγής, όπως μονάδες φυσικού αερίου. Στις περιπτώσεις αυτές, η διαμόρφωση του εξοπλισμού προστασίας της εγκατάστασης μπορεί να διαμορφώνεται ανάλογα και μπορεί να περιλαμβάνει την εγκατάσταση χωριστού γενικού μέσου ζεύξης-προστασίας για κάθε εγκατεστημένη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για τη διάταξη και κατασκευή των γειώσεων καθώς και τις τιμές αντιστάσεώς τους, ισχύουν οι κανονισμοί που εφαρμόζονται σε ανάλογης ισχύος εγκαταστάσεις καταναλωτών ΧΤ.

Οι υπάρχουσες απαιτήσεις για τις διατάξεις ζεύξης και προστασίας είναι οι ακόλουθες:

- Για τα συστήματα ΣΗΘ με ασύγχρονες γεννήτριες, η ζεύξη τους θα πρέπει να πραγματοποιείται χωρίς να υπάρχει τάση στους ακροδέκτες τους και ενώ περιστρέφονται με ταχύτητα η οποία απέχει λιγότερο από 5% από τις σύγχρονες στροφές. Με την εγκατάσταση «διατάξεων ομαλής εκκίνησης», είναι δυνατό να επιτυγχάνεται μεγάλη μείωση των ρευμάτων ζεύξης και, επομένως, των προκαλούμενων διαταραχών που σημαίνει ότι η εγκατάστασή τους είναι ιδιαίτερα επιθυμητή.
- Για τα συστήματα ΣΗΘ με σύγχρονες γεννήτριες, πρέπει να εξασφαλίζονται οι ακόλουθες ελάχιστες συνθήκες συγχρονισμού:
  - Διαφορά τάσης $\Delta U < \pm 10\ \%$
  - Διαφορά συχνότητας $\Delta f < \pm 0,5$ Hz
  - Διαφορά φασικής γωνίας $\Delta\varphi < \pm 10^o$
- Εάν προβλέπεται η δυνατότητα της απομονωμένης λειτουργίας της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ, στο διάγραμμα του σχήματος 4.1(β) θα πρέπει να εγκαθίσταται ΑΔΔ ο οποίος θα διαθέτει διάταξη συγχρονισμού αντίστοιχη αυτής των σύγχρονων γεννητριών.
- Οι πυκνωτές αντιστάθμισης κάθε μοναδιαίας εγκατάστασης συστημάτων ΣΗΘ θα πρέπει να συνδέονται μετά τον παραλληλισμό της μονάδας ΣΗΘ και να τίθενται αυτόματα εκτός λειτουργίας με το άνοιγμα του διακόπτη της μονάδας. Το ίδιο ισχύει και για τις διατάξεις κεντρικής αντιστάθμισης εγκαταστάσεων ΣΗΘ οι οποίες δεν διαθέτουν δυνατότητα απομονωμένης λειτουργίας.
- Για εγκαταστάσεις με σύγχρονες και ασύγχρονες μονάδες πολύ μικρής και μικρής ΣΗΘ απαιτούνται οι προστασίες που φαίνονται στον πίνακα 4.1. Ο βασικός σκοπός είναι η ανίχνευση των σφαλμάτων που συμβαίνουν στο δίκτυο διανομής και η άμεση αποσύνδεση της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ από αυτό. Σημειώνεται ότι είναι δυνατή η απομονωμένη λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ, μόνο σε περιπτώσεις που η συγκεκριμένη λειτουργική διαδικασία έχει προβλεφθεί κατά τον σχεδιασμό του και έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα.

- Για τις σύγχρονες μονάδες πολύ μικρής και μικρής ΣΗΘ θα πρέπει να υπάρχει προστασία υπερέντασης. Οι ρυθμίσεις των προστασιών επιλέγονται από τον Διαχειριστή Δικτύου, εντός του εύρους των αντίστοιχων περιοχών, και μπορούν να διαφοροποιούνται από τις συνιστώμενες τιμές που φαίνονται στον πίνακα 4.1 μόνο εάν οι ιδιαίτερες συνθήκες του δικτύου διανομής και του συστήματος ΣΗΘ το επιβάλλουν.
- Ο έλεγχος της τάσης πρέπει να γίνεται και στις τρεις φάσεις, για να εξασφαλίζεται ότι οι περιπτώσεις στις οποίες εκδηλώνονται μονοφασικές διακοπές ή βυθίσεις θα αναγνωρίζονται με ασφάλεια. Η χρονική καθυστέρηση διέγερσης των προστασιών υπότασης και υπέρτασης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα τρία δευτερόλεπτα. Γενικά, προτείνεται η επιλογή των ρυθμίσεων να είναι μικρότερη από ένα δευτερόλεπτο, διότι έτσι εξασφαλίζεται η αποσύνδεση του συστήματος ΣΗΘ πριν από την ενδεχόμενη ταχεία επαναφορά της τάσης του δικτύου. Όμως, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι η επιλογή πολύ μικρών τιμών χρονικής καθυστέρησης μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη συχνότητα ανεπιθύμητων αποζεύξεων του συστήματος ΣΗΘ από το Δίκτυο. Τέλος, η χρονική καθυστέρηση της προστασίας συχνότητας πρέπει επίσης να ρυθμίζεται σε μικρές τιμές (μικρότερες από ένα δευτερόλεπτο).
- Η ανίχνευση των καταστάσεων της απομονωμένης λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ μπορεί να πραγματοποιείται και μέσω άλλων διατάξεων προστασίας, όπως για παράδειγμα ηλεκτρονόμων απότομης μεταβολής διανύσματος ή ηλεκτρονόμων απότομης μεταβολής φορτίου. Επίσης, οι σύγχρονες μονάδες ΣΗΘ με μετατροπείς ισχύος συχνά διαθέτουν πιο προηγμένες διατάξεις ανίχνευσης, ενσωματωμένες στα κυκλώματα ελέγχου του μετατροπέα εξόδου, οι οποίες γίνονται αποδεκτές μετά από συνεργασία με τις αρμόδιες υπηρεσίες του Διαχειριστή Δικτύου. Εκτός από τις ελάχιστες υποχρεωτικές προστασίες του πίνακα 4.1, μπορούν να εγκαθίστανται επιπρόσθετες προστασίες με πρωτοβουλία του Παραγωγού, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η αρτιότερη προστασία του συστήματος ΣΗΘ. Επίσης, η παροχή της εγκατάστασης θα πρέπει να διαθέτει κατάλληλο μέσο προστασίας έναντι σφαλμάτων, όπως συμβαίνει στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών ΧΤ.
- Το σύστημα προστασίας του ΑΔΔ (εάν χρησιμοποιείται) θα ασφαλίζεται από τον Διαχειριστή Δικτύου. Ο χρήστης του συστήματος ΣΗΘ θα υποβάλει την Υπεύθυνη Δήλωση Ηλεκτρολόγου Εγκαταστάτη που βεβαιώνει ότι η εγκατάσταση κατασκευάστηκε σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, όπως εφαρμόζονται στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών. Επίσης, θα υποβάλει στον Διαχειριστή Δικτύου το Τεχνικό Δελτίο Προστασιών και Ρυθμίσεων καλής λειτουργίας της εγκατάστασης που θα περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία που αφορούν τα μέσα προστασίας και τη δήλωση για τις ρυθμίσεις και την καλή λειτουργία των ηλεκτρονόμων (όπου υπάρχουν). Η Υπεύθυνη Δήλωση και το Τεχνικό Δελτίο θα υποβάλλονται στο Διαχειριστή Δικτύου σε κάθε επανέλεγχο της ηλεκτρικής εγκατάστασης σύμφωνα με την Υ.Α. Φ.7.5/1816/88/5-3-2004 ΦΕΚ Β 470/5-3-2004 που ισχύει κατά την έκδοση της παρούσας ΤΟΤΕΕ ή οποιαδήποτε άλλη την έχει αντικαταστήσει .

Πίνακας 4.1. *Προστασία απόζευξης συστήματος ΣΗΘ από το δίκτυο ΧΤ*

Τύπος Ηλεκτρονόμου	Περιοχή Ρυθμίσεων	Συνιστώμενη Ρύθμιση(*)
Υπότασης	$0{,}70 \cdot U_n \div 1{,}0 \cdot U_n$	$0{,}80 \cdot U_n$
Υπέρτασης	$1{,}0 \cdot U_n \div 1{,}15 \cdot U_n$	$1{,}10 \cdot U_n \div 1{,}15 \cdot U_n$
Υποσυχνότητας	48 ÷ 50 Hz	49,5 (48) Hz
Υπερσυχνότητας	50 ÷ 52 Hz	50,5 (51) Hz

όπου U_n είναι η ονομαστική τάση του δικτύου ΧΤ (230/400 V)

(*) Οι τιμές εντός των παρενθέσεων αφορούν τα νησιωτικά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας

4.5. ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ

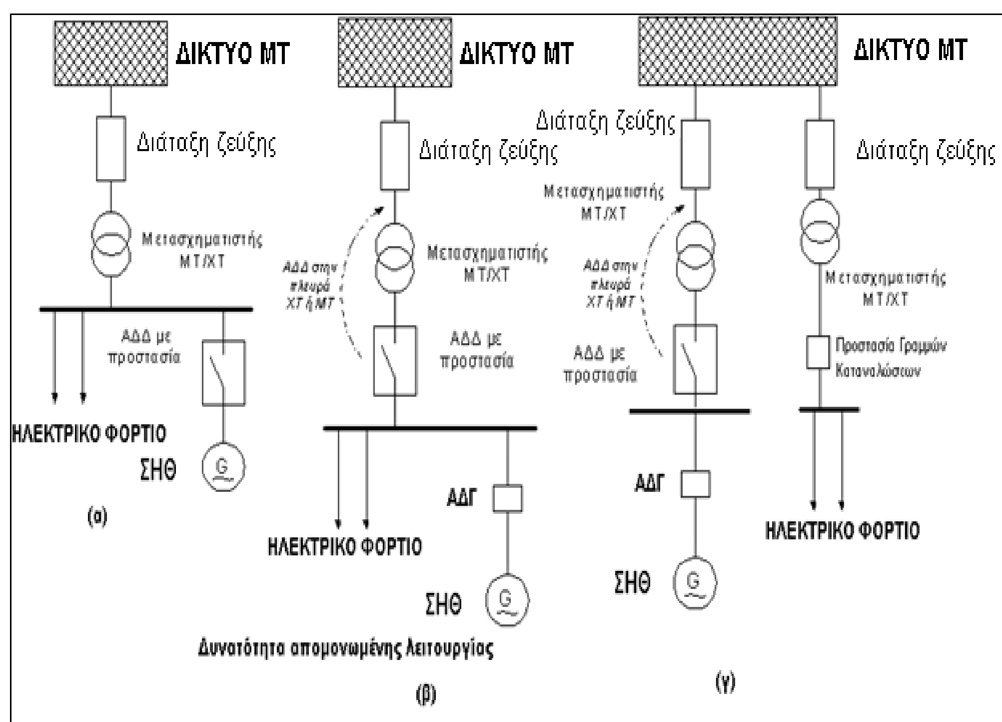
Το βασικό κριτήριο για την επιλογή του τρόπου σύνδεσης στο δίκτυο διανομής ΜΤ αποτελεί το μέγεθος της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ και οι υπάρχουσες συνθήκες του δικτύου της αντίστοιχης περιοχής. Αυτές οι εγκαταστάσεις είναι πάντοτε τριφασικές με ισχύ μεγαλύτερη από 100 kW. Ορισμένες σημαντικές παράμετροι είναι το εάν αφορά κατοικημένη περιοχή ή όχι, εάν υπάρχει η προοπτική σύνδεσης άλλων εγκαταστάσεων στο προσεχές μέλλον κ.τ.λ.. Η εξέταση για τον προσδιορισμό του ΣΚΣ θα πρέπει να αρχίζει από το πλησιέστερο προς το σύστημα ΣΗΘ σημείο του δικτύου διανομής και βαθμιαία να εξετάζεται η δυνατότητα σύνδεσης σε σημεία πλησιέστερα προς τον υποσταθμό ΥΤ/ΜΤ, δηλαδή σε σημεία με υψηλότερη στάθμη βραχυκύκλωσης.

Τα συστήματα ΣΗΘ σε κτηριακές εγκαταστάσεις είναι μικρής σχετικά ισχύος. Επομένως, πρώτα θα εξετάζεται η δυνατότητα σύνδεσής τους σε υφιστάμενη γραμμή διανομής και εάν αυτή δε μπορεί να πραγματοποιηθεί μπορεί να συνδέονται με αποκλειστική γραμμή διανομής στους ζυγούς ΜΤ του πλησιέστερου υποσταθμού ΥΤ/ΜΤ, εάν ικανοποιούνται τα κριτήρια που περιγράφονται στην παρούσα Τεχνική Οδηγία.

Ο τρόπος και το σημείο του δικτύου διανομής στο οποίο θα πραγματοποιείται η σύνδεση, καθώς και το είδος των εγκαταστάσεων ζεύξης και μέτρησης, προσδιορίζεται από τον Διαχειριστή Δικτύου, ανάλογα με τις συνθήκες του δικτύου ΜΤ και τη θέση και το μέγεθος του σχετικού συστήματος ΣΗΘ. Ο εξοπλισμός ζεύξης πρέπει να περιλαμβάνει μέσο (συσκευή) με ικανότητα διακοπής του ρεύματος φορτίου, να εξασφαλίζει την απόζευξη κατά τρόπο που να επιτρέπει την ασφαλή εκτέλεση εργασιών και να είναι προσιτός ανά πάσα στιγμή στο προσωπικό του Διαχειριστή Δικτύου. Για λόγους καλής λειτουργίας, η εναέρια εγκατάσταση της ζεύξης περιορίζεται μόνο για εγκαταστάσεις συστημάτων ΣΗΘ μικρής σχετικά ισχύος, όπως είναι αυτές που υπάρχουν σε κτηριακές εγκαταστάσεις.

Η διάταξη της σύνδεσης θα πρέπει να είναι παρόμοια με αυτή των καταναλωτών ΜΤ. Το όριο διαχωρισμού της ευθύνης Διαχειριστή Δικτύου και Παραγωγού αποτελεί το ακροκιβώτιο του καλωδίου σύνδεσης προς την πλευρά του δικτύου διανομής, για παροχές από εναέριο δίκτυο, ή το ακροκιβώτιο του καλωδίου εξόδου από τον πίνακα ζεύξης του Διαχειριστή Δικτύου, για παροχές από υπόγειο δίκτυο.

Στο σχήμα 4.2 φαίνονται τυπικά μονογραμμικά διαγράμματα σύνδεσης των συστημάτων ΣΗΘ στο δίκτυο ΜΤ. Για μικρές εγκαταστάσεις αυτοπαραγωγών (με ισχύ έως 500 kVA), υποδεικνύεται ο τρόπος σύνδεσης του διαγράμματος του σχήματος 4.2(α), όπου η διάταξη ζεύξης – μέτρησης θα πρέπει να εξασφαλίζει και την προστασία του δικτύου σε περίπτωση σφάλματος της εγκαταστάσεως μέχρι και τους ζυγούς ΧΤ του μετασχηματιστή ισχύος. Ο μετασχηματιστής ισχύος, όπως και ο συνολικός υποσταθμός ΜΤ/ΧΤ, ανήκει κατά κανόνα στην κυριότητα του χρήστη του συστήματος ΣΗΘ. Όμως, μπορεί, μετά από αίτημά του και με τη σύμφωνη γνώμη του Διαχειριστή Δικτύου, να κατασκευάζεται με δαπάνη του χρήστη του συστήματος ΣΗΘ και να ανήκει στον Διαχειριστή Δικτύου, ενώ η μέτρηση θα πραγματοποιείται στη ΧΤ, εάν η ισχύς της εγκατάστασης δεν υπερβαίνει τα 250 kVA. Εάν είναι επιθυμητή η απομονωμένη λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ ή σε περιπτώσεις κατά τις οποίες ο ΑΔΓ δεν εξασφαλίζει τις απαιτήσεις που τίθενται για τον ΑΔΔ, υποδεικνύεται η εφαρμογή του τρόπου συνδεσμολογίας του διαγράμματος του σχήματος 4.2(β). Ο ΑΔΔ μπορεί να εγκαθίσταται στην πλευρά της ΧΤ ή της ΜΤ. Τέλος, το διάγραμμα του σχήματος 4.2(γ) αντιστοιχεί σε λειτουργική κατάσταση του συστήματος ΣΗΘ σύμφωνα με την οποία ολόκληρη η ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος εγχέεται στο δίκτυο διανομής ΜΤ μέσω της αντίστοιχης ζεύξης, ενώ η ζήτηση ηλεκτρικού φορτίου της εγκατάστασης του αντίστοιχου καταναλωτή ικανοποιείται μόνο από το δίκτυο διανομής.



Σχήμα 4.2. *Μονογραμμικά διαγράμματα σύνδεσης συστημάτων μικρής ΣΗΘ σε δίκτυο διανομής ΜΤ*

5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΗΘ

5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η ΣΗΘ αποτελεί μια σημαντική τεχνολογία για τη μείωση των εκπομπών CO_2, την παράταση της εξάντλησης των πρωτογενών πηγών καυσίμων, την ενθάρρυνση της αποκεντρωμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και την τήρηση των διεθνών δεσμεύσεων της Χώρας, που σχετίζονται με τις κλιματικές αλλαγές.

Όπως σε όλες τις διαδικασίες καύσης υπάρχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις, έτσι και στην περίπτωση της ΣΗΘ, μπορεί να προκληθεί τοπική αύξηση των εκπομπών NOx και CO, σε σχέση με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Όμως σε εθνικό επίπεδο η χρήση συστημάτων ΣΗΘ παράγει σημαντικά λιγότερους ρύπους από τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής αλλά και θερμικής ενέργειας.

Οι κύριοι ρύποι που εκπέμπονται από τη χρήση συστημάτων ΣΗΘ είναι παρόμοιοι με αυτούς που εκλύονται από την καύση όλων των υδρογονανθράκων:

- διοξείδιο του άνθρακα CO_2
- μονοξείδιο του άνθρακα CO
- διοξείδιο του θείου SO_2
- οξείδιο του αζώτου NOx
- άκαυστοι υδρογονάνθρακες CnHm

Οι ποσότητες με τις οποίες παράγεται ο κάθε ρύπος, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη σύνθεση του καυσίμου και τα χαρακτηριστικά καύσης της τεχνολογίας ΣΗΘ που χρησιμοποιείται.

Οι εκπομπές CO_2 και SO_2 είναι ευθέως ανάλογες με την ποσότητα και τη σύνθεση του χρησιμοποιούμενου καυσίμου. Η υψηλή απόδοση της ΣΗΘ, καθώς και η ταχεία ανάπτυξη της χρήσης του φυσικού αερίου, οδηγεί σε σημαντική μείωση των εκπομπών των δύο ρύπων.

5.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΗΘ

Τα κυριότερα αέρια από τη χρήση ΣΗΘ είναι τα ακόλουθα:

- **Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)**: Το CO_2 αποτελεί τη μεγαλύτερη συνιστώσα των προϊόντων της καύσης και η αύξηση των συγκεντρώσεών του στην ατμόσφαιρα, αποτελεί τη βασική αιτία του φαινομένου του θερμοκηπίου και των κινδύνων από την κλιματική αλλαγή. Η παραγωγή του είναι ανάλογη προς την ποσότητα του καυσίμου που καίγεται και έτσι η υψηλής αποδοτικότητας ΣΗΘ οδηγεί σε σημαντική μείωση των εκπομπών του, σε σχέση με την απλή ΣΗΘ. Η εκπομπή CO_2 εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη σύνθεση του καυσίμου: π.χ. η καύση λιθάνθρακα ή λιγνίτη παράγει σημαντικά υψηλότερες ποσότητες CO_2 από αυτές που παράγει η καύση φυσικού αερίου.
- **Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)**: Το CO είναι ένα δηλητηριώδες αέριο που παράγεται μέσω της ατελούς καύσης και μπορεί να περιοριστεί σε αμελητέα επίπεδα, εάν υπάρξει ικανοποιητικός έλεγχος του αέρα και του καυσίμου κατά τη διάρκεια της καύσης.
- **Διοξείδιο του θείου (SO_2)**: Το SO_2 είναι ένα όξινο αέριο που παράγεται μόνο κατά την καύση του θείου. Θείο περιέχεται σε καύσιμα όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας, το βιοαέριο. Το SO_2 με την παρουσία υγρασίας μετατρέπεται σε θειικό οξύ (H_2SO_4) το οποίο, εάν συμπυκνωθεί, προκαλεί τη διάβρωση των μετάλλων που χρησιμοποιούνται στην ανάκτηση της θερμότητας ή στα συστήματα εξάτμισης. Επιπλέον, είναι η αιτία της όξινης βροχής με τις γνωστές καταστρεπτικές συνέπειες. Σε

εγκαταστάσεις ΣΗΘ, οι εκπομπές SO_2 δεν μπορούν να μειωθούν με τη λήψη μέτρων που αφορούν στο σχεδιασμό των κινητήρων, μπορεί όμως να εξαλειφθούν από τα καυσαέρια, μέσω εγκατάστασης μονάδας αποθείωσης.

- **Οξείδια του αζώτου (NOx)**: Το NOx είναι ένα μίγμα των οξειδίων του αζώτου που παράγονται από την καύση οποιουδήποτε καυσίμου στον αέρα. Η σύστασή του επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες της καύσης, όπως η θερμοκρασία, ο χρόνος παραμονής και η αναλογία "αέρα/καυσίμου". Στην ατμόσφαιρα, το NOx υπόκειται σε διάφορες χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στο σχηματισμό του όζοντος και της αιθαλομίχλης. Συμβάλλει επίσης στη δημιουργία της όξινης βροχής. Το NOx θεωρείται ένας από τους μεγαλύτερους αστικούς ρύπους, έχοντας ως βασική πηγή την κυκλοφορία των οχημάτων και τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ενδεικτικά όρια εκπομπών NOx, σε gr ανά GJ παραγόμενης χρήσιμης ενέργειας, που θέσπισε η Ολλανδική κυβέρνηση και αποδέχεται η COGEN EUROPE, δίνονται στον πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1. : *Όρια εκπομπών NO_X [3]*

Τεχνολογία	Όρια με εφαρμογή από το 2013 (g/GJ)*		Όριο με εφαρμογή από το 2020 (g/GJ)*	
	Αέριο	Υγρό καύσιμο	Αέριο	Υγρό καύσιμο
Μηχανή Stirling	25	130	20	100 ***
Παλινδρομική μηχανή	80 **	130 **	65 ***	100 ***
Στρόβιλος	40 **	-	35***	-
Κυψέλη καυσίμου	2,5	-	2	-

* 1 g/GJ περίπου ίσο με 2 ppm at 0% περιεκτικότητα O_2.

** Τα όρια εκπομπών αυτών αποτελούν Ολλανδική Τεχνική Οδηγία που τέθηκε σε ισχύ το 2010.

*** Ο μακροπρόθεσμος στόχος εκπομπών είναι 30 g/GJ (Gothenburg)

Σημαντικό εργαλείο αποτελεί και η αναφορά σε επίπεδα ρύπων κατά το πρότυπο "TA-Luft" το οποίο χρησιμοποιείται από τους κατασκευαστές αεριομηχανών για συστήματα ΣΗΘ.
Βασικές αναφορές σε επίπεδα ρύπων κατά TA-Luft είναι για:

- NO_X < 500 mg/Nm^3
- CO<1000 mg/Nm^3.

- **Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (CnHm):** Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες παράγονται σε μεγάλο βαθμό από παλινδρομικές μηχανές ΜΕΚ. Πρόκειται για μία από τις σημαντικότερες αιτίες δημιουργίας του νέφους και του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Αντίθετα, ο σχηματισμός των NOx, CO και άκαυστων υδρογονανθράκων σχετίζεται άμεσα με τις συνθήκες καύσης και επηρεάζεται έντονα από τη θερμοκρασία, τη σχέση «αέρα/καυσίμου» και τον χρόνο παραμονής. Οι εκπομπές των NOx και CO μπορούν να μειωθούν με προσεκτικό σχεδιασμό και έλεγχο των χαρακτηριστικών καύσης. Προσαρμόζοντας τις συνθήκες καύσης για την επίτευξη εξαιρετικά χαμηλών εκπομπών, τίθεται σε κίνδυνο η βέλτιστη αποδοτικότητα του συστήματος. Η χρησιμοποίηση των καταλυτικών μετατροπέων μπορεί να θεωρηθεί ως η βέλτιστη λύση.

5.3. ΘΟΡΥΒΟΣ ΚΑΙ ΚΡΑΔΑΣΜΟΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

Ισχύει η νομοθεσία που καθορίζει τα μέγιστα επίπεδα για τις εκπομπές θορύβου κατά την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας (πχ για Η/Ζ) και έχει ως στόχο να προστατεύσει όσους εργάζονται ή κατοικούν κοντά σε εγκαταστάσεις παραγωγής θερμικής ή/και ηλεκτρικής ενέργειας.

Επομένως, όλες οι μονάδες ΣΗΘ, ανεξαρτήτως ισχύος, πρέπει να συμμορφωθούν με τους κανονισμούς αυτούς, ιδιαίτερα αυτές που βρίσκονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές.

Ο θόρυβος κατά τη λειτουργία των μηχανών ΣΗΘ είναι συνήθως άνω των 95 dB (A). Επομένως, όταν τοποθετούνται σε σπίτια ή διαμερίσματα, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για τη μείωση των επιπέδων θορύβου.

Στις μονάδες ΣΗΘ που τοποθετούνται σε υπόγεια των κτηρίων ή σε μηχανοστάσια δεν απαιτείται η εγκατάσταση ακουστικού περιβλήματος, αφού εφαρμόζονται οι ίδιες τεχνικές μείωσης του θορύβου με τις υπόλοιπες εγκαταστάσεις υποδομών, που απαιτούν:

- ακουστικό αποσβεστήρα στους αγωγούς εισαγωγής-εξαγωγής αέρα στον χώρο καύσης,
- χρήση ηχομονωτικών υλικών στους τοίχους.
- αντικραδασμικά ελάσματα έδρασης
- αντικραδασμικούς συνδέσμους με τα δίκτυα σωληνώσεων

Στην περίπτωση υπαίθριας εγκατάστασης της μονάδας ΣΗΘ επιβάλλεται ο περιορισμός του θορύβου στο χώρο εγκατάστασης της, χρησιμοποιώντας ένα ακουστικό περίβλημα, το οποίο θα μειώσει το επίπεδο θορύβου κατά τουλάχιστον 25 dB (A). Έτσι, συχνά απαιτείται, για την αντιμετώπιση του θορύβου και των κραδασμών, η τοποθέτηση της μονάδας ΣΗΘ και των συστημάτων ελέγχου σε μονωμένο κιβώτιο (container) με σιγαστήρες στους αγωγούς εισαγωγής και εξαγωγής αέρα και στους εξαεριστήρες. Η εγκατάσταση αυτή, με τις διπλές ηχομονωτικές πόρτες και χωρίς άλλα ανοίγματα, μειώνει το επίπεδο θορύβου της μονάδας συμπαραγωγής σε 30 dB (A) σε απόσταση 60 m από το μονωμένο κιβώτιο.

6. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΣΗΘ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι νόμοι και οι υπουργικές αποφάσεις, που αφορούν τη ΣΗΘ από τη δεκαετία του ‘90 έως σήμερα (2010) παρουσιάζονται περιληπτικά στον παρακάτω πίνακα.

Το πλήρες σώμα των Νόμων και των ΥΑ δίνονται στον ιστότοπο του Ελληνικού Συνδέσμου Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας – ΕΣΣΗΘ και της ΡΑΕ [1].

<table>
<tr><th>Α/Α</th><th>Νόμος - ΚΥΑ</th><th>Τίτλος Νόμου / ΚΥΑ</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Ν.2244/1994</td><td>«Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ο Ν.2244/94 ουσιαστικά καθόρισε την απελευθέρωση, εν μέρει, της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες παραγωγής ισχύος μέχρι 50 MWe, οι οποίες αξιοποιούν ΑΠΕ ή είναι μονάδες ΣΗΘ. Δινόταν επίσης η δυνατότητα ΣΗΘ με φυσικό αέριο. Για τους ανεξάρτητους παραγωγούς, ο Ν.2244/94 προέβλεπε τη δυνατότητα ΣΗΘ, με μονάδες συνδυασμένου κύκλου με καύσιμο το Φ.Α. και με ισχύ το πολύ ίση με τη θερμική και ψυκτική ισχύ των επιχειρήσεων που εξυπηρετούνται. Για τους αυτοπαραγωγούς, επιτρεπόταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμό με παραγωγή θερμότητας / ψύξης με ισχύ σταθμού το πολύ ίση με τη θερμική και ψυκτική ισχύ των εγκαταστάσεων του αυτοπαραγωγού, εφόσον πρόκειται για ΣΗΘ από συμβατικά καύσιμα, και αντίστοιχα χωρίς περιορισμό ισχύος, εφόσον πρόκειται για ενεργειακή αξιοποίηση υποπαραγώγων βιομηχανικού κυκλώματος ή από ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας. Στο νόμο επιδιώχθηκε η προώθηση της ΣΗΘ με την απόδοση κινήτρων και την προσπάθεια απλούστευσης των διαδικασιών και ρυθμίζονταν θέματα σχετικά με τη διάθεση της ηλεκτρικής ενέργειας και τις άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Η τιμή αγοράς της Η.Ε. οριζόταν βάσει του αντίστοιχου τιμολογίου της ΔΕΗ και προβλεπόταν ίση με το 60% του σκέλους ενέργειας. Στην περίπτωση της ανεξάρτητης ηλεκτροπαραγωγής με μονάδες ΣΗΘ καύσης ΦΑ, η τιμή αγοράς καθοριζόταν βάσει του τιμολογίου της ΔΕΗ και περιείχε σκέλος ενέργειας (70% του αντίστοιχου τιμολογίου της ΔΕΗ) και σκέλος ισχύος (70% του αντίστοιχου τιμολογίου της ΔΕΗ). Σχετικά με τις άδειες ο Νόμος προέβλεπε τη γνωμοδότηση της ΔΕΗ για την απορρόφηση της Η.Ε. και των προϋποθέσεων σύνδεσης στο Δίκτυο, διατάξεις του καταργήθηκαν με το Ν.2773/99.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Ν.2273/1999</td><td>«Για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας»</td></tr>
<tr><td colspan="3">Με το Ν.2273/1999 ρυθμίζονταν και θέματα ΣΗΘ, σύμφωνα με το πνεύμα της Οδηγίας 96/92/ΕΚ, την οποία ο νόμος ενσωμάτωνε στο εθνικό θεσμικό πλαίσιο. Με τον νόμο προβλεπόταν η δυνατότητα να δίνεται προτεραιότητα από την κατανομή για τη συμπαραγόμενη Η.Ε. και καθορίζονταν τα ελάχιστα κριτήρια απόδοσης για μονάδες ΣΗΘ. Επίσης, ο νόμος, εισήγαγε νέες ρυθμίσεις σχετικά με την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας προερχόμενης από ΑΠΕ ή ΣΗΘ.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Ν.3175/2003</td><td>«Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις»</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ο Ν.3175/2003 δημιούργησε τις προϋποθέσεις για την αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού αλλά και για τη διανομή της θερμικής ενέργειας μέσα από δίκτυα θερμότητας, περιγράφοντας τη διαδικασία διανομής θερμικής ενέργειας σε τρίτους και καθορίζοντας την αδειοδοτική διαδικασία για τη λειτουργία δικτύων διανομής θερμότητας και ειδικότερα αυτών που σχετίζονται με εγκαταστάσεις ΣΗΘ. Με την άδεια καθορίζονται ο χρόνος ισχύος της, η περιοχή κατασκευής του δικτύου θερμότητας, η τεχνολογία και οι όροι της διανομής θερμότητας στους καταναλωτές. Αν η θερμική ενέργεια παράγεται από εγκαταστάσεις ΣΗΘ, η Άδεια Διανομής Θερμικής Ενέργειας χορηγείται μαζί με την Άδεια Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>ΚΥΑ
ΥΠΑΝ-ΥΠΕΧΩΔΕ
4 Νοεμβρίου 2004</td><td>«Τροποποίηση και συμπλήρωση της αντιστοίχησης των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία»</td></tr>
<tr><td colspan="3">Η ΚΥΑ αυτή τροποποιεί και συμπληρώνει την αντιστοίχηση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία.
Η ΚΥΑ έλυσε το χρόνιο πρόβλημα με την αδειοδότηση της ΣΗΘ σε κτήρια, που προηγούμενα απαγορευόταν λόγω όχλησης.</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Κοινοτική Οδηγία 2004/8/EC</td><td>«Προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ»</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">Η Κοινοτική Οδηγία 2004/8/EC δημιουργεί το πλαίσιο για την προώθηση συμπαραγωγής ενέργειας με βάση τη ζήτηση για χρήσιμη θερμότητα. Εισάγει την έννοια της Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας, κατηγοριοποιώντας τα συστήματα ΣΗΘ ανάλογα με την ισχύ τους σε πολύ μικρή ΣΗΘ (έως 50 kW_e), μικρή ΣΗΘ (έως 1 MW_e) και ΣΗΘ (>1 MW_e).</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Κοινοτική Οδηγία 2005/32/EC</td><td>«Οικολογικός σχεδιασμός προϊόντων που καταναλώνουν Ενέργεια» (Eco-design of energy-using products).</td></tr>
<tr><td colspan="3">Η Κοινοτική Οδηγία 2005/32/EC δημιουργεί το πλαίσιο για τον οικολογικό σχεδιασμό προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια και αφορά τα συστήματα πολύ μικρής- και μικρής- ΣΗΘ.</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Ν. 3468/2006</td><td>«Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και ΣΗΘ Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ) και λοιπές διατάξεις»</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ο Ν.3468/2006 εισήγαγε νέο πλαίσιο για τη χορήγηση άδειας, παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από <u>ΣΗΘ Υψηλής Αποδοτικότητας</u> (ΣΗΘΥΑ). Ο νόμος αναφέρεται ρητά στη ΣΗΘ Υψηλής Αποδοτικότητας, όπως αυτή ορίζεται από την ΚΟ 2004/8/ΕΚ, απλοποιείται η αδειοδοτική διαδικασία για επενδύσεις ΣΗΘΥΑ και τίθενται αποκλειστικές προθεσμίες για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας για έργα ΣΗΘΥΑ. Θεσμοθετείται Κανονισμός Αδειών για την παραγωγή Η.Ε. από ΣΗΘΥΑ. Καθορίζεται η τιμολόγηση της Η.Ε. που παράγεται από ΣΗΘΥΑ και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, με σκοπό την απεξάρτηση από τα τιμολόγια της ΔΕΗ και τη διασφάλιση των επενδύσεων. Ο νόμος έθεσε νέες βάσεις για την αδειοδότηση έργων ΣΗΘΥΑ, ιδιαίτερα στην έγκριση των περιβαλλοντικών μελετών, θέτει αυστηρότερα κριτήρια για την έγκριση των ΠΠΕ/ΜΠΕ και συντομότερο χρόνο για την έγκριση των περιβαλλοντικών όρων από τις αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες.</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Ν. 3734/09</td><td>«Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το υδροηλεκτρικό έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις»</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ο Ν. 3734/09 ενσωματώνει πλήρως την Κοινοτική Οδηγία 2004/8/ΕΚ. Βασικές τομές του νόμου είναι η μέθοδος υπολογισμού της ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘ, ο υπολογισμός αποδοτικότητας της ΣΗΘ. Επίσης σημαντικό σημείο είναι η κατηγοριοποίηση των συστημάτων ΣΗΘΥΑ, ως προς το όριο του 1 MW_e (μικρή ΣΗΘ), εγκρίνοντας ή όχι άπαξ, διάφορους τύπους μηχανών διαφόρων κατασκευαστών, για την περιβαλλοντική τους συμπεριφορά. Έτσι, ο κάθε επενδυτής θα υποβάλλει μόνο το έγγραφο έγκρισης της μηχανής ΣΗΘΥΑ, σχετικά με την περιβαλλοντική έγκριση.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Υ.Α. ΦΕΚ τ. Β, Αρ. Φύλλου 1420 / 15. 6. 2009</td><td>«Καθορισμός εναρμονισμένων τιμών αναφοράς των βαθμών απόδοσης για τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας»</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Υ.Α. ΦΕΚ τ. Β, Αρ. Φύλλου 1420 / 15.6.2009</td><td>«Καθορισμός λεπτομερειών της μεθόδου υπολογισμού της Η.Ε. από ΣΗΘ και της αποδοτικότητας ΣΗΘ»</td></tr>
<tr><td colspan="3">Η Υπουργική Απόφαση (Υ.Α.), Α/Α 8, καθορίζει τις εναρμονισμένες τιμές αναφοράς των βαθμών απόδοσης για τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, τους απαιτούμενους διορθωτικούς συντελεστές για τις τιμές αυτές και η Υ.Α., Α/Α 9, καθορίζει αναλυτικά τον τρόπο υπολογισμού της Η.Ε. από ΣΗΘΥΑ με βάση τις κατευθυντήριες οδηγίες της Κ.Ο 2004/8. Ήδη, τον Δεκέμβριο 2011, η Γ.Δ. Ενέργειας της ΕΕ έχει εκδώσει νέες εναρμονισμένες τιμές, που δεν έχουν ακόμα ενσωματωθεί στο ελληνικό νομικό πλαίσιο έως την ημέρα έκδοσης της παρούσης ΤΟΤΕΕ. [1]</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Ν. 3851/2010</td><td>«Επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις»</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ο Ν. 3851/2010 ορίζει νέο τρόπο τιμολόγησης της συμπαραγόμενης Η.Ε., από σταθμούς ΣΗΘΥΑ έως 1 MW που κάνουν χρήση Φ.Α. Κύριο λόγο στην τιμολόγηση έχει η μέση μηνιαία τιμή Φ.Α. (ΜΤΦΑ), καθώς και η απόδοση ηλεκτρικής ενέργειας του συστήματος ΣΗΘ.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Απόφαση ΥΠΕΚΑ
4 Οκτωβρίου 2011</td><td>«Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ».</td></tr>
</table>

Η Υπουργική Απόφαση καθορίζει, με αναλυτικό τρόπο, τη διαδικασία για την έκδοση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘΥΑ.		
13	**Κώδικες Μεταφοράς και Διανομής Ηλεκτρικής ενέργειας**	
Οι κώδικες Μεταφοράς και Διανομής Η.Ε., που έχουν εγκριθεί από τη ΡΑΕ, είναι η βάση διασύνδεσης του συστήματος ΣΗΘΥΑ (και ΣΗΘ) με το Δίκτυο.		
14	Ν. 4001/2011	«Για τη λειτουργία ενεργειακών αγορών ηλεκτρισμού και ΦΑ για έρευνα, παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις»
Στο Ν.4001/11, άρθρο 197, παράγραφο 2 σημειώνεται ότι «από 1.9.2011 δικαίωμα προτεραιότητας κατά την κατανομή του Φορτίου από τον αντίστοιχο Διαχειριστή έχουν όλες οι Μονάδες ΣΗΘΥΑ ανεξαρτήτως Εγκατεστημένης Ισχύος», που αίρει το όριο των 35 MW_e που υπήρχε στους προηγούμενους νόμους.		

7. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ [14]

7.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα σημαντικό πρόβλημα για τον ενεργειακό μελετητή είναι η διαστασιολόγηση του συστήματος ΣΗΘ στο κτήριο, δηλαδή, η επιλογή της βέλτιστης τεχνολογίας για τη μονάδα ΣΗΘ και συνεπώς ο σχεδιασμός όλου του συστήματος.

Πρέπει να τονισθεί ότι είναι απαραίτητο να υλοποιηθούν εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας στο περίβλημα του κτηρίου, πριν από τη μελέτη για την εγκατάσταση συστήματος ΣΗΘ.

Τα βασικά κριτήρια για τη βέλτιστη επιλογή του συστήματος ΣΗΘ αφορούν στην:

- οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσης,
- εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας,
- αδιάλειπτη λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ, προσφέροντας ηλεκτρική ενέργεια, ΖΝΧ, ατμό, θερμική/ψυκτική ενέργεια στους ενοίκους του κτηρίου,
- περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα από τη χρήση της ΣΗΘ.

Επίσης, πρέπει να ληφθεί υπόψη το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο και οι ρυθμιστικές διατάξεις που αφορούν την εγκατάσταση και λειτουργία της μονάδας ΣΗΘ στο κτήριο, ώστε να συνυπολογιστούν τα όρια στο σχεδιασμό και στη λειτουργία της μονάδας ΣΗΘ (πχ επίπεδα θορύβου, όριο εκπομπών αερίων ρύπων κ.τ.λ.).

7.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ

Από την αρχική ιδέα για την εγκατάσταση συστήματος ΣΗΘ στο κτήριο έως τη μελέτη εφαρμογής, υπάρχουν τρία στάδια που πρέπει να υλοποιηθούν με επιτυχία:

α. **προμελέτη,**
β. **τεχνοοικονομική μελέτη** με επιλογή του συστήματος ΣΗΘ,
γ. **μελέτη εφαρμογής**.

α. Κατά τη διάρκεια της **προμελέτης** για ένα υφιστάμενο κτήριο, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ενεργειακή επιθεώρηση (energy audit) για τη συλλογή πληροφοριών και στοιχείων από τις προηγούμενες ενεργειακές καταναλώσεις της υφιστάμενης κατάστασης (παράγραφος 7.4.1). Το αποτέλεσμα της ενεργειακής επιθεώρησης θα δείξει αν στο κτήριο, πριν την εγκατάσταση της μονάδας ΣΗΘ, η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας (πχ μόνωση οροφής και περιβλήματος του κτηρίου, βελτίωση συστημάτων θέρμανσης / ψύξης / αερισμού κ.τ.λ.) ήταν επιτυχής, ή απαιτούνται πρόσθετα μέτρα. Επίσης, θα καταγράψει τις ηλεκτρικές και θερμικές / ψυκτικές καταναλώσεις, καθώς και τις ελάχιστες, μέσες και μέγιστες τιμές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και θερμικής / ψυκτικής ενέργειας ανά m^2 ή άτομο. Τέλος, στη φάση της προμελέτης θα πρέπει να διερευνηθεί η δυνατότητα διασύνδεσης του συστήματος ΣΗΘ με τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου.

Για τα κτήρια που βρίσκονται στη φάση σχεδιασμού ή αρχικής κατασκευής, παρόμοια πολιτική θα πρέπει να ακολουθηθεί κατά τη διάρκεια της προμελέτης, όμως η εγκατάσταση και η διασύνδεση του συστήματος ΣΗΘ με την υπόλοιπη εγκατάσταση είναι ευκολότερη και η πιθανότητα για οικονομική βιωσιμότητα πιο μεγάλη. Σημασία έχει, οι υποθέσεις και παραδοχές για τον υπολογισμό των ηλεκτρικών, ψυκτικών και θερμικών φορτίων, να είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερες προς την πραγματικότητα.

Κατά τη διάρκεια της προμελέτης παράγονται τεχνικά σχέδια για την κατανόηση των πιθανών εμποδίων ή προβλημάτων που θα προκύψουν.

Ένα πρώτο βήμα ενδεικτικού ελέγχου, που έχει ως στόχο να διευκολύνει την αρχική αξιολόγηση των δυνατοτήτων της εφαρμογής ενός συστήματος μικρής ΣΗΘ, παρουσιάζεται στον πίνακα 7.1.

Για παράδειγμα, η παρουσία 5 απαντήσεων ως ΝΑΙ, αποτελεί σοβαρή ένδειξη για περαιτέρω μελέτη βιωσιμότητας και αξιολόγησης εγκατάστασης συστήματος ΣΗΘ.

Πίνακας 7.1.: *Πίνακας ελέγχου για σύστημα ΣΗΘ*

1. Κατανάλωση θερμότητας (ατμός, κεντρική θέρμανση, Ζ Ν Χ) π.χ. Κατανάλωση καυσίμου για παραγωγή θερμότητας	> 80,000 l/έτος πετρέλαιο ή > 80,000 m^3/έτος ΦΑ	ΝΑΙ □ ΟΧΙ □ ΝΑΙ □ ΟΧΙ □
2.Υψηλή κατανάλωση ηλεκτρισμού	> 500,000 kWh/έτος	ΝΑΙ □ ΟΧΙ □
3. Υψηλό ηλεκτρικό φορτίο βάσης	min. 100 kW_{el} min. 5,000 ώρες/έτος	ΝΑΙ □ ΟΧΙ □ ΝΑΙ □ ΟΧΙ □
4. Λόγος ηλεκτρικής / θερμική ενέργεια, C	>0,7	ΝΑΙ □ ΟΧΙ □
5. Υπάρχον εγκατεστημένο σύστημα ηλεκτροπαραγωγικών ζευγών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, εκτός της περίπτωσης απώλειας ισχύος (black-outs)		ΝΑΙ □ ΟΧΙ □

β. Κατά τη διάρκεια της **τεχνοοικονομικής μελέτης** επιλέγεται η μηχανή (ή οι μηχανές) ΣΗΘ που καλύπτει(-ουν) κατά κύριο λόγο το θερμικό φορτίο βάση του κτηρίου, ενώ συμβατικοί τρόποι (π.χ. λέβητες) καλύπτουν πιθανές αιχμές. Αυτό άλλωστε απαιτεί η Κοινοτική αλλά και η Ελληνική νομοθεσία.

Με βάση τα παραπάνω, υπολογίζονται όλα τα περιφερειακά εξαρτήματα ή/και συστήματα που απαιτούνται, ώστε η μονάδα να λειτουργήσει χωρίς προβλήματα (πχ αντλίες, συνδέσεις με δίκτυα ενέργειας κ.τ.λ.).

Με βάση τις διαστάσεις της επιλεγμένης μηχανής ΣΗΘ υπολογίζεται η χωροταξική τοποθέτησή της στο λεβητοστάσιο / ψυχροστάσιο καθώς και τα έργα πολιτικού μηχανικού, εφόσον απαιτούνται.

Υπολογίζονται όλα τα πιθανά κόστη της επένδυσης, λαμβάνονται υπόψη:

- τα ίδια κεφάλαια,
- το τυχόν δανειακό κεφάλαιο, και εφόσον υπάρχει,
- η τυχόν εθνική/κοινοτική επιδότηση για το έργο ή
- η χρήση άλλων χρηματοοικονομικών εργαλείων, όπως η ΧΑΤ (TPF) κύρια από Εταιρείες

Παροχής Ενεργειακές Υπηρεσιών (ΕΠΕΥ – ESCO) ενώ υπολογίζονται

- η απόσβεση της επένδυσης με τις ισχύουσες ενεργειακές τιμές (αγορά/πώληση ΗΕ),
- ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης και
- η καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης.

Κατά τη διάρκεια της τεχνοοικονομικής μελέτης σχεδιάζονται γενικά σχέδια (μηχανολογικά, ηλεκτρολογικά κ.τ.λ.), υπό κλίμακα. Τέλος, συμπληρώνονται τα απαιτούμενα έντυπα παραγγελίας του εξοπλισμού, ώστε ο επενδυτής να μπορεί άμεσα να απευθυνθεί στην τράπεζα για την πληρωμή του εξοπλισμού, μέσω τραπεζικής εντολής.

γ. Κατά τη διάρκεια της **μελέτης εφαρμογής**, ο ενεργειακός μελετητής της εγκατάστασης ΣΗΘ σχεδιάζει τα τελικά σχέδια, με την καλύτερη δυνατή λεπτομέρεια. Τα σχέδια αφορούν κυρίως:

- στη χωροθέτηση του συστήματος ΣΗΘ στο χώρο εγκατάστασης, με βάση τα ισχύοντα από τις πολεοδομικές, πυροσβεστικές και άλλες διατάξεις για συστήματα παραγωγής ενέργειας (πχ αερισμός χώρου, πυρόσβεση κ.τ.λ.),
- στη διασύνδεση του συστήματος ΣΗΘ με το υφιστάμενο εντός κτηρίου σύστημα παροχής καυσίμου (πετρελαίου ή αερίου), με βάση του ισχύοντες κανονισμούς που αναφέρονται και στη βιβλιογραφία,
- στη διασύνδεση του συστήματος ΣΗΘ με το υφιστάμενο δίκτυο, με βάση τους Κώδικες Διασύνδεσης και τις διατάξεις του Διαχειριστή του Ηλεκτρικού Δικτύου,
- στη σύνδεση του συστήματος ΣΗΘ με το δίκτυο ύδρευσης του κτηρίου, με βάση τις ισχύουσες διατάξεις,
- το σύστημα απαγωγής των καυσαερίων του συστήματος ΣΗΘ και της διαδρομής του από το χώρο εγκατάστασης στο εξωτερικό περιβάλλον,
- στη διασύνδεση της παραγόμενης χρήσιμης θερμότητας από το σύστημα ΣΗΘ με το δίκτυο θέρμανσης και ΖΝΧ ή, αν εγκαθίσταται σύστημα τριπαραγωγής, με τη μονάδα απορρόφησης,
- στο σύστημα ελέγχου και αυτοματισμών, τόσο της μονάδας ΣΗΘ, όσο και όλης της εγκατάστασης,
- όποιο άλλο σχεδιάγραμμα απαιτείται από τις αρμόδιες αρχές (ΔΕΗ, ΕΠΑ κ.τ.λ.).

7.3. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ

7.3.1. Καθορισμός Χωρικών Ορίων Συστήματος ΣΗΘ

Τα χωρικά όρια μιας μονάδας ΣΗΘ χαράσσονται γύρω από τη μονάδα.

Μια μονάδα ΣΗΘ, εγκατεστημένη σε κτήριο, προσφέρει ενεργειακά προϊόντα σε καταναλωτές, που ο χώρος τους δεν ανήκει στη μονάδα ΣΗΘ.

Καταναλωτής μπορεί να είναι μεμονωμένος (οι) καταναλωτής (ες) ηλεκτρικής ή θερμικής/ψυκτικής ενέργειας, ένα σύστημα τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης, ή/και το ηλεκτρικό δίκτυο.

7.3.2. Υπολογισμός της Ηλεκτρικής Ενέργειας από Συμπαραγωγή

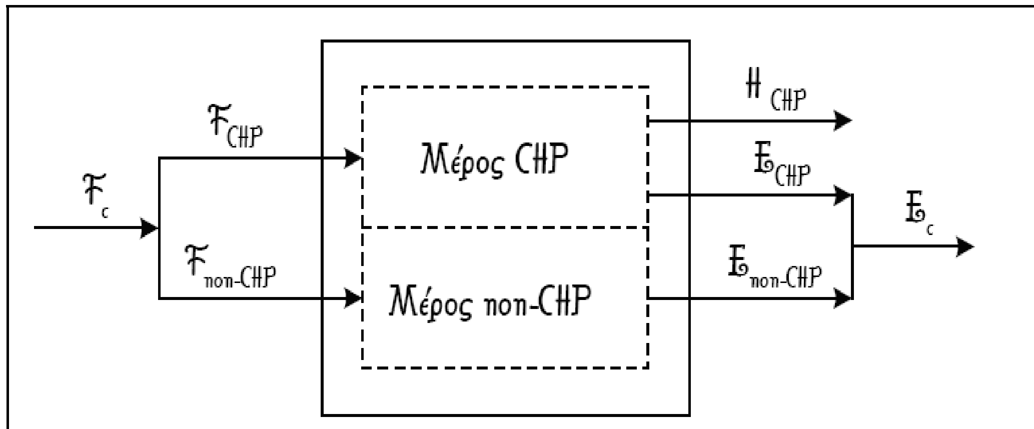
Για να αποτιμηθεί η δυνατότητα εφαρμογής μιας μονάδας ΣΗΘ είναι απαραίτητο να υπολογιστούν κάποιοι ενεργειακοί δείκτες, για όλη την εγκατάσταση.

Η αποδοτικότητα της ΣΗΘ προσδιορίζεται από την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που επιτυγχάνεται σε σχέση με τη χωριστή παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Συνήθως τα συστήματα ΣΗΘ σχεδιάζονται για να καλύψουν τις θερμικές απαιτήσεις της εγκατάστασης και το πλεόνασμα Η.Ε. διοχετεύεται στο δίκτυο.

Αναλυτικά για τον υπολογισμό της ηλεκτρικής ενέργειας από συμπαραγωγή ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

Θεωρείται ότι η μονάδα αποτελείται από δύο μέρη (σχήμα 7.1):

- το συμπαραγωγικό μέρος (συμβολικά, «Μέρος CHP» στο σχήμα) και
- στο μη-συμπαραγωγικό μέρος (συμβολικά, «Μέρος non-CHP» στο σχήμα).



Σχήμα 7.1. *Χωρισμός μονάδας συμπαραγωγής σε συμπαραγωγικό και μη-συμπαραγωγικό μέρος.*

Η ηλεκτρική ενέργεια του συμπαραγωγικού μέρους (ενέργεια από συμπαραγωγή) και του μη-συμπαραγωγικού μέρους υπολογίζονται με τις σχέσεις:

$$E_{CHP} = H_{CHP} \cdot C \qquad \text{και} \qquad E_{non-CHP} = E_C - E_{CHP}$$

Ο λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια του συμπαραγωγικού μέρους C, προσδιορίζεται με την ακόλουθη διαδικασία. Εάν η μονάδα συμπαραγωγής δεν περιλαμβάνει ατμοστρόβιλο συμπύκνωσης – απομάστευσης, τότε ισχύει η σχέση:

$$C = \frac{\eta_e}{\eta_{CHP} - \eta_e}$$

Η ενέργεια καυσίμου του συμπαραγωγικού και μη-συμπαραγωγικού μέρους υπολογίζονται με τις σχέσεις:

$$F_{CHP} = \frac{E_{CHP} + H_{CHP}}{\eta_{CHP}} \qquad \text{και} \qquad F_{non-CHP} = F_C - F_{CHP}$$

Για λόγους πληρότητας και επαλήθευσης υπολογίζονται ο ηλεκτρικός, ο θερμικός και ο ολικός βαθμός απόδοσης του συμπαραγωγικού μέρους:

$$\eta_{e,CHP} = \frac{E_{CHP}}{F_{CHP}}, \qquad \eta_{h,CHP} = \frac{H_{CHP}}{F_{CHP}}, \qquad \eta_{CHP} = \eta_{e,CHP} + \eta_{h,CHP}$$

Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας. Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (primary energy savings) που οφείλεται στη μονάδα συμπαραγωγής είναι:

$$PES = F_E + F_H - F_C$$

όπου:

F_E: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από μονάδα Ηλεκτροπαραγωγής.
F_H: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από συμβατικό λέβητα.
F_C: Ενέργεια καυσίμου για ΣΗΘ.

Ο αντίστοιχος λόγος εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας (primary energy saving ratio) είναι:

$$PESR = \frac{F_E + F_H - F_C}{F_E + F_H} = \frac{PES}{F_E + F_H}$$

Με χρήση των τιμών αναφοράς των βαθμών απόδοσης, ο λόγος αυτός υπολογίζεται με τη σχέση:

$$PESR = 1 - \frac{1}{\frac{\eta_e}{\eta_{er}} + \frac{\eta_h}{\eta_{hr}}}$$

Οι τιμές αναφοράς των βαθμών απόδοσης συστημάτων θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας δίνονται αναλυτικά στις Υπουργικές Αποφάσεις (το χρόνο έκδοσης της ΤΟΤΕΕ είναι σε ισχύ η ΥΑ ΦΕΚ τ.Β, αριθ. 1420/15.6.2009).

7.3.2.1. <u>Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας του Συμπαραγωγικού Μέρους</u>

Εάν η ηλεκτρική ενέργεια από συμπαραγωγή, E_{CHP} παραγόταν από μονάδα ηλεκτροπαραγωγής βαθμού απόδοσης η_{er}, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας θα ήταν:

$$F_{E,CHP} = \frac{E_{CHP}}{\eta_{er}}$$

Επομένως, η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που οφείλεται στο συμπαραγωγικό μέρος είναι:

$$PES_{CHP} = F_{E,CHP} + F_H - F_{CHP}$$

και ο αντίστοιχος λόγος εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας είναι:

$$PESR_{CHP} = \frac{PES_{CHP}}{F_{E,CHP} + F_H}$$

Με χρήση των τιμών αναφοράς των βαθμών απόδοσης, ο λόγος αυτός υπολογίζεται με τη σχέση:

$$PESR_{CHP} = 1 - \frac{1}{\frac{\eta_{e,CHP}}{\eta_{er}} + \frac{\eta_{h,CHP}}{\eta_{hr}}}$$

Οι υπολογισμοί πρέπει να στηρίζονται σε πραγματικά στοιχεία, τα οποία έχουν συγκεντρωθεί με μετρήσεις κατά τη συγκεκριμένη περίοδο αναφοράς.

Για μονάδες συμπαραγωγής στο στάδιο της κατασκευής ή κατά το πρώτο έτος λειτουργίας, οπότε δεν έχουν συγκεντρωθεί ακόμη επαρκή μετρητικά δεδομένα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στοιχεία από τον κατασκευαστή της μονάδας συμπαραγωγής ή μεγέθη που υπολογίζονται με τη βοήθεια μοντέλου προσομοίωσης της συγκεκριμένης μονάδας συμπαραγωγής.

Εάν ούτε αυτά υπάρχουν, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τιμή του λόγου ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια που αναφέρεται στον πίνακα 7.2. αλλά **μόνο** κατά το πρώτο έτος λειτουργίας.

Στην περίπτωση της τριπαραγωγής, μέρος της χρήσιμης θερμότητας υποκαθιστά ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη ο λόγος εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας είναι:

$$PESR_{CCHP} = 1 - \frac{1}{\frac{\eta_{e,CHP}}{\eta_{er}} + \frac{\eta_{h,CHP}}{\eta_{hr}} + \frac{\eta_{c,CHP}}{COP \cdot \eta_{cr}}}$$

όπου

$η_{c,CHP}$ είναι ο ψυκτικός βαθμός απόδοσης του συστήματος τριπαραγωγής

COP είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς του ηλεκτρικού ψύκτη,

$η_{cr}$ είναι ο συντελεστής απόδοσης της συμβατικής ηλεκτροπαραγωγής για ψύξη, και ο οποίος ισούται με το γινόμενο: του συντελεστή απόδοσης συμβατικής ηλεκτροπαραγωγής ($η_{er}$), επί των απωλειών μετασχηματισμού και επί των απωλειών μεταφοράς.

Πίνακας 7.2.: *Ενδεικτικές τιμές του λόγου ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια, C.*

Τύπος μονάδας	**Πρότυπος λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια (C) (μέσες τιμές)**
Παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης	0,75
Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης - απομάστευσης	0,30
Ατμοστρόβιλος αντίθληψης	0,45
Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση θερμότητας	0,55

Για μονάδες συμπαραγωγής πολύ μικρής κλίμακας μπορούν να χρησιμοποιούνται στοιχεία από τον κατασκευαστή.

Αναλυτική παρουσίαση της μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της συμπαραγόμενης ΗΕ από σύστημα ΣΗΘ δίνεται στην ΥΠ 1420/15.6.09 [1].

7.4. <u>ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΗΘ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ</u>

7.4.1. <u>Ενεργειακή Καταγραφή</u>

Η ενεργειακή καταγραφή είναι μια συστηματική συλλογή και ανάλυση πληροφοριών από την ενεργειακή χρήση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των βελτιώσεων της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτηρίου, του σχεδίου/ εξοπλισμού ή μιας συγκεκριμένης διαδικασίας.

Η ενεργειακή καταγραφή μπορεί να περιέχει τα παρακάτω σημεία:

- Συλλογή βασικών πληροφοριών και περιγραφών για το υπάρχον συμβατικό σύστημα ενεργειακής παροχής και απαιτήσεων. Οι πηγές των πληροφοριών θα μπορούσαν να είναι τα τεχνικά σχέδια του έργου, η επίσκεψη στον πιθανό χώρο εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ, πληροφορίες από τα τεχνικά φυλλάδια του εξοπλισμού κ.τ.λ.
- Συλλογή δεδομένων για τις συνθήκες λειτουργίας, όπως οι πιέσεις, οι θερμοκρασίες, το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του κτηρίου, ο τόπος και τα χαρακτηριστικά σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο και το δίκτυο καυσίμου κ.τ.λ.
- Καθορισμός όλων των μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης που δεν σχετίζονται με την μονάδα ΣΗΘ και της επίδρασής τους στην ενεργειακή κατανάλωση.
- Δημιουργία προφίλ φορτίων ηλεκτρισμού, θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου, με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, χρησιμοποιώντας είτε μετρητές, είτε, σε έλλειψη μετρητών, από τους λογαριασμούς ρεύματος και καυσίμου κ.τ.λ.
- Υπολογισμός του πραγματικού κόστους ενέργειας (θερμικής / ηλεκτρικής) και άλλων δαπανών που σχετίζονται με την παραγωγή ή και την αγορά τους.

Οι απαραίτητοι πίνακες που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή των δραστηριοτήτων για το υπάρχον ενεργειακό σύστημα, δίνονται στο Παράρτημα ΙΙ.

7.4.2. Επιλογή Εξοπλισμού και Διαστάσεων

Η επιλογή και η διαστασιολόγηση του εξοπλισμού για νέες μονάδες ΣΗΘ γίνεται με τη χρήση των ακολούθων κριτηρίων:

- απόδοση του εξοπλισμού,
- χωρητικότητα και απαιτήσεις χώρου,
- αρχικό κόστος εγκατάστασης συστήματος,
- λειτουργικό κόστος μονάδας ΣΗΘ,
- αξιοπιστία κατασκευαστή μονάδας ΣΗΘ,
- ευελιξία και ευκολία συντήρησης μονάδας ΣΗΘ.

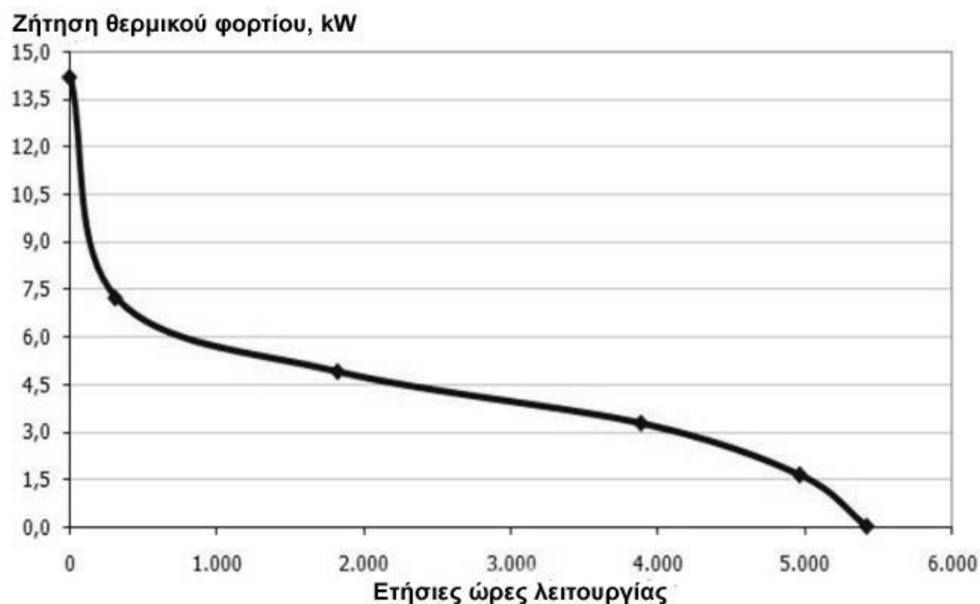
Περισσότεροι από έναν συνδυασμοί της μονάδας ΣΗΘ μπορούν να παρέχουν την απαιτούμενη ενέργεια στο κτήριο. Γι αυτό τον λόγο, απαιτείται η ανάπτυξη διαφορετικών εναλλακτικών σεναρίων που θα βασίζονται σε διαφορετικές τεχνολογίες ΣΗΘ και αριθμό μονάδων, έτσι ώστε να επιλεγεί τελικά μια από αυτές που θα καλύπτει σε μεγαλύτερο βαθμό τα παραπάνω κριτήρια.

Στη διαστασιολόγηση της μονάδας ΣΗΘ μπορεί να βοηθήσει ο υπολογισμός των αθροιστικών καμπυλών απαιτήσεων θερμότητας για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης και των απαιτήσεων θερμότητας για ψύξη.

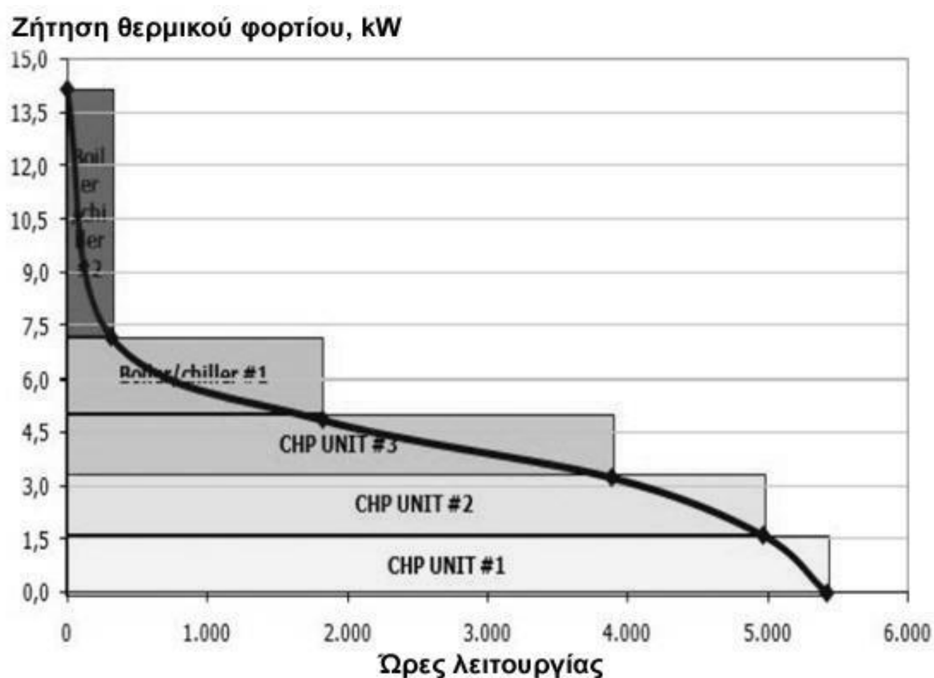
Αναφορικά με τη διαστασιολόγηση της ψύξης με απορρόφηση, δηλαδή μιας μονάδας τριπαραγωγής, τα βασικά βήματα είναι τα ακόλουθα:

- Ποσοτικοποίηση των ψυκτικών απαιτήσεων
- Μείωση της ηλεκτρικής απαίτησης (που έχει προσδιοριστεί προηγουμένως στην ενεργειακή καταγραφή) για να χρησιμοποιηθεί για ψύξη από τους ψύκτες απορρόφησης
- Μετασχηματισμός των απαιτήσεων ψύξης σε θέρμανση
- Ποσοτικοποίηση των θερμικών απαιτήσεων των υπολοίπων χώρων
- Υπολογισμός νέων θερμικών απαιτήσεων
- Καθορισμός του κατάλληλου τύπου και μεγέθους της μονάδας ΣΗΘ και ψύκτη απορρόφησης
- Καθορισμός της στρατηγικής λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ, πχ ηλεκτρική ενέργεια που αγοράζεται ή / και πωλείται η συμπαραγόμενη ενέργεια στο Δίκτυο, συμπληρωματική θερμότητα, κ.τ.λ. Πρέπει να τονισθεί ότι αυτό ισχύει γενικά και όχι μόνο για την περίπτωση ψύξης με απορρόφηση.

Με βάση τα ανωτέρω, η άθροιση των ολικών απαιτήσεων θερμότητας ως θερμική ισχύς (kW), καταλήγει σε μια τυπική καμπύλη διάρκειας θερμικής ζήτησης, όπως αυτή του σχήματος 7.1.



Σχήμα 7.1. *Παράδειγμα καμπύλης διάρκειας θερμικής ζήτησης κτηρίου*



Σχήμα 7.2. *Κάλυψη ετήσιων θερμικών απαιτήσεων από σύστημα ΣΗΘ*

Με βάση την καμπύλη όπως αυτή του σχήματος 7.1, επιλέγεται το κατάλληλο σύστημα ΣΗΘ που θα καλύψει αποδοτικότερα και με ασφάλεια, τη ζήτηση θερμότητας. Είναι σύνηθες να χρησιμοποιούνται περισσότερες της μίας μονάδες ΣΗΘ για την κάλυψη των βασικών θερμικών φορτίων. Η κάλυψη των ετήσιων θερμικών απαιτήσεων για τα φορτία του σχήματος 7.1, απεικονίζεται στο σχήμα 7.2. Τα πλεονεκτήματα αυτής της επιλογής είναι:

- Δυνατότητα λειτουργίας υπό μερικά θερμικά φορτία, με καλύτερη απόδοση

- Υψηλή διαθεσιμότητα / ασφάλεια εφοδιασμού

Το μειονέκτημα είναι το υψηλότερο κόστος επένδυσης και συντήρησης των μονάδων ΣΗΘ. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι αιχμιακές ζητήσεις θερμότητας, θα πρέπει να καλύπτονται από ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης, (πχ λέβητα), αφού είναι αντιοικονομικό να διαστασιολογείται μια μονάδα ΣΗΘ με βάση τη ζήτηση αιχμής λίγων ωρών ανά έτος.

7.5. <u>ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΗΘ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ</u>

Η οικονομική ανάλυση είναι αυτή που αποδεικνύει αν η μονάδα ΣΗΘ είναι οικονομικά βιώσιμη. Σήμερα, οι μονάδες ΣΗΘ ή/και τριπαραγωγής σε κτήρια διοχετεύουν τη συμπαραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στο Δίκτυο, ώστε να επωφεληθούν από την υψηλή τιμή αγοράς της συμπαραγόμενης ΗΕ, αγοράζουν την απαιτούμενη για τη λειτουργία τους ηλεκτρική ενέργεια από το Δίκτυο ενώ αξιοποιούν όλη η χρήσιμη θερμότητα που παράχθηκε από το σύστημα ΣΗΘ για την κάλυψη των θερμικών / ψυκτικών αναγκών στο κτήριο.

Το συνολικό κόστος μιας εγκατάστασης ΣΗΘ αποτελείται κυρίως από:

- Κόστος επένδυσης: Είναι το άθροισμα της αγοράς του συστήματος ΣΗΘ ή τριπαραγωγής, της σύνδεσης με τα δίκτυα παροχής καυσίμου και ηλεκτρικής ενέργειας, των φίλτρων στο τμήμα καυσαερίων, των αγωγών, καλωδίων, συστημάτων ελέγχου και, τέλος, όλων των απαιτούμενων μηχανολογικών και περιβαλλοντικών μελετών. Τυχόν επιδότηση αφαιρείται από το κόστος επένδυσης. Σημειώνεται ότι στη περίπτωση νέου κτηρίου με εγκατάσταση ΣΗΘ, στο κόστος επένδυσης πρέπει να υπολογιστεί η διαφορά της επένδυσης με συμβατική λύση και της λύσης με ΣΗΘ.
- Κόστος λειτουργίας και συντήρησης: Το κόστος καυσίμου της μηχανής ΣΗΘ (ή/και τριπαραγωγής) αποτελεί το κύριο λειτουργικό κόστος. Προστίθενται τα έσοδα από τις πωλήσεις συμπαραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο και αφαιρούνται οι δαπάνες για την αγορά της απαιτούμενης στο κτήριο ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο. Το κόστος της εργασίας, των ανταλλακτικών και των άλλων εξαρτημάτων που απαιτούνται για την ετήσια συντήρηση του συστήματος ΣΗΘ, προστίθεται στο λειτουργικό κόστος.
- Λειτουργικά έσοδα: Τα έσοδα από τις πωλήσεις συμπαραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο Δίκτυο αποτελούν τα κύρια λειτουργικά έσοδα. Το διαφυγόν κόστος της παραγωγής θερμικής ενέργειας με συμβατικό τρόπο (π.χ. λέβητα) προστίθεται στα λειτουργικά έσοδα. Στην περίπτωση χρήσης Φ.Α., ως καύσιμο της εγκατάστασης ΣΗΘ, πρέπει να ληφθεί υπόψη το διαφορετικό τιμολόγιο που ισχύει ανάλογα τη χρήση. Αντίστοιχα στην περίπτωση τριπαραγωγής, το διαφυγόν κόστος της παραγωγής ψυκτικής ενέργειας με συμβατικό τρόπο (π.χ. ηλεκτρικό ψύκτη) προστίθεται στα λειτουργικά έσοδα.
- Λειτουργικό όφελος: Η διαφορά μεταξύ λειτουργικών εσόδων και λειτουργικών εξόδων.
- Αποτέλεσμα της οικονομικής ανάλυσης είναι:
  - ο υπολογισμός της περιόδου αποπληρωμής της επένδυσης,
  - της καθαρής παρούσας αξίας και
  - του εσωτερικού βαθμού απόδοσης.

Όλα τα παραπάνω, επιτρέπουν να ληφθεί απόφαση από τους μελετητές και τον επενδυτή, σχετικά με τη βιωσιμότητα του επιλεγμένου συστήματος ΣΗΘ.

8. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΗΘ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ [15]

8.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ, ΣΕ ΚΤΗΡΙΟ ΚΛΙΝΙΚΗΣ

Ο υπολογισμός του χρόνου απόσβεσης ενός συστήματος ΣΗΘ σε κτήριο κλινικής, προϋποθέτει ότι πληρούνται οι ακόλουθες δύο προϋποθέσεις:

- Τόσο στη συμβατική εγκατάσταση όσο και στο σύστημα ΣΗΘ θερμαίνεται η ίδια ποσότητα νερού το 24ωρο, άρα προσδίδεται στο θερμοδοχείο το ίδιο ποσό ενέργειας,
- Η θερμική ισχύς που προσδίδεται στο θερμοδοχείο ακολουθεί τις διακυμάνσεις της ωριαίας παροχής του ζεστού νερού χρήσης.

Με βαθμό απόδοσης του συμβατικού λέβητα ίσο με 85% προκύπτει ότι για την πρόσδοση ημερησίως 100 Μονάδων Ενέργειας (ΜΕ) για την παραγωγή του θερμού νερού χρήσης, απαιτούνται 100/0,85 = 117,65 Μονάδες Ενέργειας, για την τροφοδοσία του καυστήρα.

Με εγκατεστημένο σύστημα πολύ μικρής ΣΗΘ μικροστροβίλου και ενσωματωμένο σύστημα ανάκτησης θερμότητας (modulate type), οι συνολικές απώλειες είναι το 10%, η παραγόμενη θερμική ισχύς είναι το 65% και η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς 25%. Έτσι, για την πρόσδοση 100 Μονάδων Ενέργειας ημερησίως για την παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης, απαιτούνται 100/0,65 = 153,85 Μονάδες Ενέργειας, για την τροφοδοσία της μονάδας πολύ μικρής ΣΗΘ.

Και στις δυο συγκρινόμενες περιπτώσεις το καύσιμο είναι το ίδιο (π.χ. φυσικό αέριο) και επειδή πρόκειται για την απαίτηση θέρμανσης της ίδιας ποσότητας ΖΝΧ, κατά τη διάρκεια της ημέρας και για τις 2 συγκρινόμενες περιπτώσεις, προκύπτει ότι η αναλογία της ημερήσιας παροχής καυσίμου του καυστήρα του λέβητα προς την παροχή του συστήματος ΣΗΘ θα πρέπει να είναι η ίδια με την αναλογία των αντιστοίχων απαιτούμενων μονάδων ενέργειας τροφοδοσίας.

Θα πρέπει δηλαδή κατά τη διάρκεια της ημέρας το σύστημα πολύ μικρής ΣΗΘ να καταναλώνει περίπου 153,85/117,65= 1,3077, δηλαδή 30,77% περισσότερο καύσιμο από ότι καταναλώνει το σύστημα με συμβατικό λέβητα, αφού η μονάδα πολύ μικρής ΣΗΘ παράγει ταυτόχρονα και ηλεκτρική ενέργεια.

Η μέγιστη θερμική ισχύς που απαιτείται για τη μέγιστη ωριαία παροχή ζεστού νερού και για τις 2 περιπτώσεις, προϋποθέτει ότι:

Οι 100 Μονάδες Ενέργειας (ΜΕ) ημερησίως αντιστοιχούν σε μέση ωριαία κατανάλωση ίση με Q_{24} = (100 ΜΕ) / 24. Όμως, αυτή η μέση ωριαία κατανάλωση είναι μόνο ένα υπολογιστικό μέγεθος.

Η μέγιστη ωριαία ζήτηση κατά τη διάρκεια της ημέρας λαμβάνεται συνήθως τριπλάσια της μέσης ωριαίας, δηλαδή:

$$Q_{max} = 3 \cdot Q_{24} = 3 \cdot \frac{(100 \cdot ME)}{24}$$

Για μια πρακτική προσέγγιση ενός συστήματος της ωριαίας κατανάλωσης, θα πρέπει να μετρηθεί μια συμβατική εγκατάσταση με ένα παροχόμετρο στην έξοδο του νερού χρήσης, έτσι ώστε να προσδιοριστεί η ποσοτική και χρονική ζήτηση της κατανάλωσης.

Προσεγγιστική ανάλυση του συμβατικού συστήματος θέρμανσης: Θεωρώντας ότι οι καταναλωτές ζεστού νερού είναι 200 και έχουν μέση ημερήσια κατανάλωση ίση με 60 lt, υπολογίζονται:

Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού του κτηρίου	lt	200 x 60 = 12000
Μέση ωριαία κατανάλωση ζεστού νερού	lt/h	12000 / 24 = 500
Μέγιστη ωριαία κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης	lt/h	3 x 500 = 1500

Για να θερμανθεί το νερό από $T_{εις}$ = 10° C σε $T_{χρης}$ = 60° C, το συμβατικό σύστημα λέβητα, με βαθμό απόδοσης 85%, θα πρέπει να μπορεί να παρέχει ισχύ τουλάχιστον ίση με:

Χρήσιμη θερμική ισχύς (θερμική ισχύς που παίρνει το νερό)	$Q_{χρ}$	kW_{th}	87,14
Προσαύξηση ίση με 20%, λόγω απωλειών δικτύων	$Q_ζ = Q_{χρ}$ x 1,2	kW_{th}	104,57
Ονομαστική ισχύς του λέβητα, $Q_κ$	$Q_κ = Q_ζ$ / 0,85	kW_{th}	123,02

Προσεγγιστική ανάλυση του συστήματος ΣΗΘ: Για να θερμανθεί το νερό από $T_{εις}$ = 10°C σε $T_{χρης}$ = 60°C θα πρέπει το σύστημα ΣΗΘ, με βαθμό απόδοσης θερμικής ενέργειας ίσο με 65%, να παρέχει ισχύ τουλάχιστον ίση με:

Χρήσιμη θερμική ισχύς (θερμική ισχύς που παίρνει το νερό)	$Q_{χρ}$	kW_{th}	87,14
Προσαύξηση ίση με 20%, λόγω απωλειών δικτύων	$Q_ζ = Q_{χρ}$ x 1,2	kW_{th}	104,57
Ονομαστική ισχύς της μικρής μονάδας ΣΗΘ	$Q_κ = Q_{ον}$/0,65	kW_{th}	160,88

Η εγκατεστημένη ισχύς της μονάδας υπολογίζεται σε 10÷20 % επιπλέον από ένα κλασσικό συμβατικό σύστημα θέρμανσης.

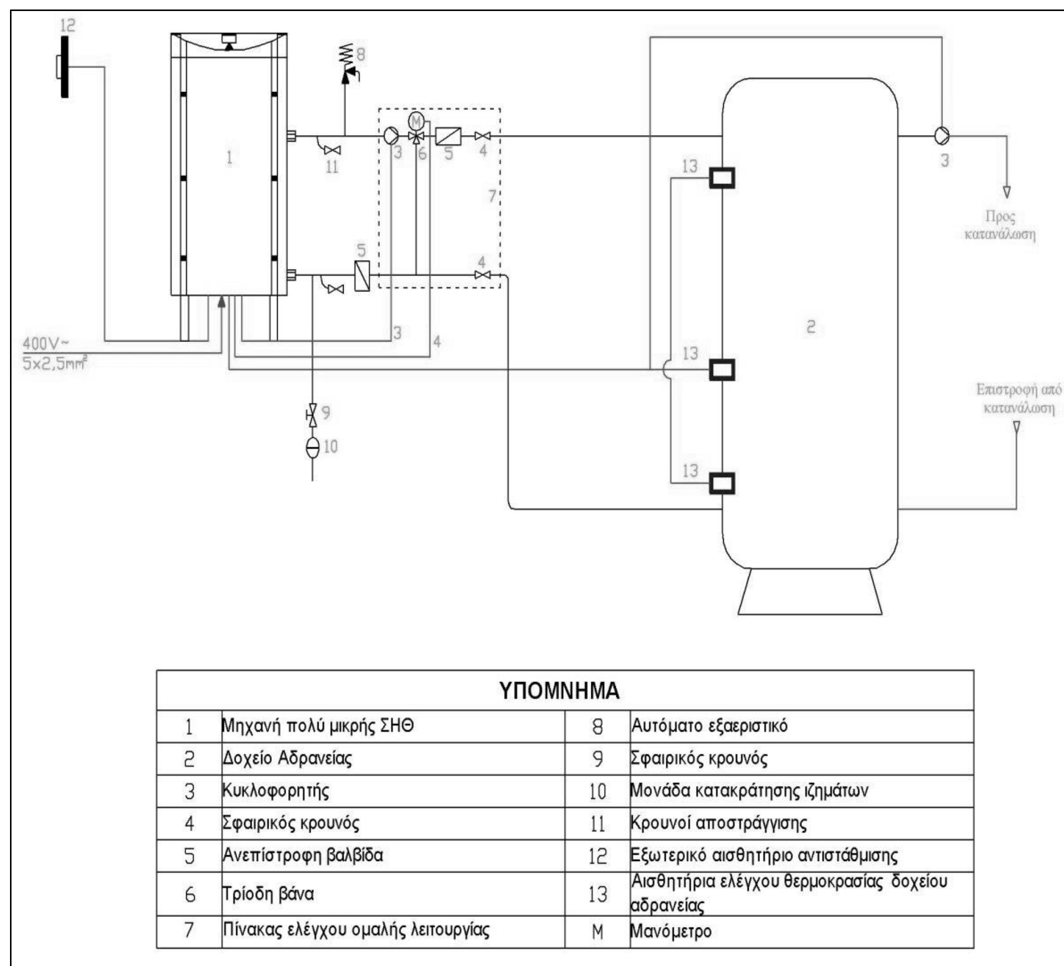
Θεωρητικά, το παράδειγμα αυτό δίνει στο μελετητή μια εκτίμηση για την εγκατεστημένη ισχύ του συστήματος ΣΗΘ. Μεγάλο ρόλο παίζει και ο σχεδιασμός της εγκατάστασης, όπου ο μελετητής - σχεδιαστής της εγκατάστασης έχει τη δυνατότητα της χρήσης δοχείου αποθήκευσης (θερμικής-ψυκτικής ενέργειας) π.χ. δοχείο αδρανείας. Το δοχείο αδρανείας δίνει τη δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας, τα οποία διαχειρίζεται το προεγκατεστημένο λογισμικό της μονάδας ΣΗΘ. Με αυτόν τον τρόπο ο μελετητής μπορεί να υπό-διαστασιολογήσει την εγκατάσταση με βάση την αποθήκευση της ενέργειας, χωρίς να τεθούν εκτός υπολογισμού τα φορτία αιχμής. Έτσι δίνεται η δυνατότητα να αυξήσει τις ώρες λειτουργίας της ΣΗΘ, κάνοντας πιο ελκυστική την επένδυση.

Ένα τυπικό παράδειγμα σχεδιασμού εγκατάστασης πολύ μικρής ΣΗΘ, με δοχείο αδρανείας φαίνεται στο σχήμα 8.1.

Γνωρίζοντας τη θερμική ισχύ και την κατανάλωση των συγκρινόμενων συστημάτων, το επόμενο βήμα του μελετητή είναι το τμήμα της συμπαραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο μελετητής μπορεί παράλληλα να παραθέσει και σχεδιάγραμμα από τις ετήσιες καμπύλες ζήτησης ενεργειακών φορτίων, παρουσιάζοντας στον επενδυτή τις διακυμάνσεις των καταναλώσεων του κτηρίου.

Ενδεικτικός τρόπος ώστε ο μελετητής να υπολογίσει την απόσβεση της επένδυσης, δίνεται στον πίνακα 8.1.



1	Μηχανή πολύ μικρής ΣΗΘ	8	Αυτόματο εξαεριστικό
2	Δοχείο Αδρανείας	9	Σφαιρικός κρουνός
3	Κυκλοφορητής	10	Μονάδα κατακράτησης ιζημάτων
4	Σφαιρικός κρουνός	11	Κρουνοί αποστράγγισης
5	Ανεπίστροφη βαλβίδα	12	Εξωτερικό αισθητήριο αντιστάθμισης
6	Τρίοδη βάνα	13	Αισθητήρια ελέγχου θερμοκρασίας δοχείου αδρανείας
7	Πίνακας ελέγχου ομαλής λειτουργίας	Μ	Μανόμετρο

Σχήμα 8.1. *Τυπική σύνδεση συστήματος πολύ μικρής ΣΗΘ με δοχείο αδρανείας*

Πίνακας 8.1. *Ενδεικτικός υπολογισμός απόσβεσης επένδυσης ΣΗΘ*

ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΕΥΡΕΣΗΣ
1. Προσδιορισμός θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων χρήστη, όπως μεταβάλλονται στο χρόνο	Αποτέλεσμα μελέτης
2. Υπολογισμός μέσης τιμής του λόγου ηλεκτρισμού προς θερμότητα, με βάση τις βασικές περιόδους λειτουργίας από πλευράς φορτίου και διάρκειας	Αποτέλεσμα μελέτης
3. Επιλογή τεχνολογίας ΣΗΘ	Σύμφωνα με τα αποτελέσματα 1 & 2
4. Ηλεκτρική ισχύς μηχανής ΣΗΘ, ώστε η αποδιδόμενη θερμική ισχύς να χρησιμοποιείται ωφέλιμα	Από τον κατασκευαστή της μονάδας ΣΗΘ
Ώρες λειτουργίας :	συντ. φορτίου x συνολικές ετήσιες ώρες
5. Τιμές ενεργειακών προϊόντων (ΗΕ/ΦΑ/κα)	
Τιμή προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας:	Συμφωνημένη με τον πάροχο Η.Ε.
Τιμή προμήθειας ισχύος :	Συμφωνημένη με τον πάροχο Η.Ε.
Τιμή προμήθειας πετρελαίου :	Τιμή πώλησης από προμηθευτές
Τιμή προμήθειας Φ.Α.:	Η τιμή δίνεται από τον πάροχο Φ.Α.
6. Αποτελέσματα λειτουργίας ΣΗΘ	
Ετήσια θερμική ενέργεια που παράγει η ΣΗΘ	Θερμική ισχύς μονάδας ΣΗΘ x αριθμός μονάδων ΣΗΘ x ετήσιες ώρες λειτουργίας

Ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η ΣΗΘ	Ηλεκτρική ισχύς ΣΗΘ x ετήσιες ώρες λειτουργίας
Ετήσιο Κόστος καυσίμου	(Ετήσια παραγωγή ΗΕ x κόστος μονάδας καυσίμου) / (ΚΘΙ x ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης ΣΗΘ)
7. Οικονομική αξιολόγηση ΣΗΘ [2]	
Κόστος συμβατικού τρόπου κάλυψης ΗΕ , €	$K_\eta = \sum_{\mu=1}^{12} \left[\varepsilon_\eta \times T_{\Delta EH} \times I + \kappa_p \times P\right]_\mu$
Κόστος συμβατικού τρόπου κάλυψης ΘΕ, €	$K_\theta = c_{f\Lambda}$ x E_θ /($K\Theta I_\Lambda$ x η_Λ)
Ετήσιο κόστος καυσίμου ΣΗΘ, €	$K_{f\Sigma} = c_{f\Sigma}$ x E_η /($K\Theta I_\Sigma$ x η_e)
Ετήσιο λειτουργικό όφελος, €	$f_t = (K_\eta + \Pi + K_\theta - K_f - \Delta)_t$
Ετήσιο καθαρό όφελος, €/έτος	$F_t = f_t - A_L - \varphi$ x $f_{\varphi t}$
Απλός χρόνος αποπληρωμής, έτη	Κόστος επένδυσης/ετήσιο καθαρό όφελος

όπου

ε_η μηνιαία παραγωγή ηλεκτρισμού του συστήματος ΣΗΘ

$T_{\Delta EH}$ τιμολόγιο κατανάλωσης της ΔΕΗ

I ποσοστό της παραγόμενης από το σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο ιδιοκαταναλίσκεται (εκφρασμένο σε δεκαδικό αριθμό)

P συμβατική ισχύς (αποτελεί συμφωνία μεταξύ επιχείρησης και ΔΕΗ)

κ_P τιμή μονάδας συμβατικής ισχύος

μ δείκτης μήνα

$c_{f\Lambda}$ κόστος μονάδας καυσίμου του λέβητα

E_θ ετήσιο ποσό θερμότητας που προήλθε από το σύστημα ΣΗΘ

$K\Theta I_\Lambda$ κατώτερη θερμογόνος ικανότητα καυσίμου του λέβητα

η_Λ ενεργειακός βαθμός απόδοσης συμβατικού λέβητα

$c_{f\Sigma}$ κόστος μονάδας καυσίμου του συστήματος ΣΗΘ

E_η ετήσια παραγωγή ηλεκτρισμού του συστήματος ΣΗΘ

$K\Theta I_\Sigma$ κατώτερη θερμογόνος ικανότητα καυσίμου του συστήματος ΣΗΘ

η_e ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης του συστήματος ΣΗΘ

K_η αξία ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί από το σύστημα ΣΗΘ

Π πρόσοδος από την πώληση της περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας

K_θ αξία θερμικής ενέργειας που έχει παραχθεί από το σύστημα ΣΗΘ

K_f κόστος καυσίμου του συστήματος ΣΗΘ

Δ δαπάνες συντήρησης και λειτουργίας (εκτός καυσίμου) του συστήματος ΣΗΘ

t δείκτης που σημαίνει ότι τα μεγέθη μέσα στην παρένθεση αναφέρονται στο έτος t

F_t καθαρό όφελος κατά το έτος t

φ φορολογική κλίμακα του επενδυτή

f_t λειτουργικό όφελος κατά το έτος t

$f_{\varphi t}$ φορολογητέα κέρδη κατά το έτος t

A_L ετήσια δόση αποπληρωμής δανείου = L * CRF (N_L, r)

CRF συντελεστής τοκοχρεωλυτικής απόσβεσης, όπου N_L περίοδος αποπληρωμής δανείου, ποσού L προερχομένου από δανεισμό, με επιτόκιο δανεισμού, r.

8.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ, ΣΕ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ

Ξενοδοχείο έχει μέση ζήτηση ηλεκτρικού φορτίου 48 kW_e, κεντρική θέρμανση και απαίτηση για ΖΝΧ, που δημιουργούν ανάγκη για θερμικό φορτίο, 90 kW_{th}, για 75% του χρόνου. Οι ανάγκες καλύπτονται από λέβητα με καύσιμο πετρέλαιο diesel και σύνδεση στο δίκτυο Η.Ε.

Αν προταθεί η εγκατάσταση μονάδας πολύ μικρής ΣΗΘ, με σύνδεση στο δίκτυο Φ.Α. και συνολικό κόστος εγκατάστασης της μονάδας 110000 €, με βάση τα δεδομένα που δίνονται στον πίνακα 8.2, ο χρόνος απόσβεσης υπολογίζεται με τον ακόλουθο τρόπο:

Ο ετήσιος αριθμός ωρών λειτουργίας του συστήματος:

{συντ. λειτουργίας x συνολικές ώρες έτους} = 0.75 x 8760 = 6570 ώρες

Πίνακας 8.2. *Δεδομένα και στοιχεία εγκατάστασης*

Μέση Τιμή Η.Ε. στη Μ.Τ. από πάροχο	0,072 €/kWh
Απόδοση συμβατικού λέβητα πετρελαίου	80 %
Κόστος πετρελαίου diesel	0,65 €/lt
ΚΘΙ καυσίμου diesel	9,92 kWh/lt
Ζήτηση Φ.Α. (στην ΑΘΙ) για τη μηχανή ΣΗΘ	153 kW_g
Παραγωγή θερμικής ισχύος	90 kW_{th}
Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος	48 kW_e
Κόστος καυσίμου Φ.Α. (μέση τιμή 2010)	37 €/MWh ή 0,037 €/kWh
Ετήσια έξοδα συντήρησης μονάδας ΣΗΘ	1800 €
Ετήσια έξοδα συμβατικού συστήματος θέρμανσης	600 €

ΥΠΑΡΧΟΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ		
Το κόστος της καταναλισκόμενης Η.Ε.	Ζήτηση ηλεκτρικού φορτίου x ώρες λειτουργίας x τιμή kWh	48 x 6570 x 0,072 = 22706 €
Το κόστος καυσίμου για το θερμικό σύστημα	{θερμικό φορτίο x ώρες λειτουργίας x κόστος diesel} / {απόδοση λέβητα x ΚΘΙ}	{90x6570x0,65}/{0,80x9,92} = 48430 €
Συντήρηση θερμικού συστήματος		600 €
Το συνολικό κόστος από τη λειτουργία του υπάρχοντος συστήματος.		22706 + 48430 + 600 = 71736 €

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΣΗΘ		
Το κόστος του καταναλισκόμενου καυσίμου	κατανάλωση Φ.Α. x ώρες λειτουργίας x τιμή ΦΑ	153 x 6570 x 0,037 = 37193 €
Το ετήσιο κόστος συντήρησης του συστήματος ΣΗΘ		1800 €
Το συνολικό κόστος από τη λειτουργία του συστήματος ΣΗΘ	Κόστος καταναλισκόμενου καυσίμου + κόστος συντήρησης	37193 + 1800 = 38993 €
Κέρδη από τα λειτουργικά κόστη	Το συνολικό κόστος λειτουργίας συμβατικού συστήματος - συνολικό κόστος λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ	71736 – 38993 = 32743 €
Απλή περίοδος αποπληρωμής	κόστος επένδυσης για μονάδα ΣΗΘ / κέρδη από τα λειτουργικά κόστη	110000 / 32743 = 3,35 έτη

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα έτη αποπληρωμής για ενδεικτικές ώρες λειτουργίας της μονάδας ΣΗΘ.

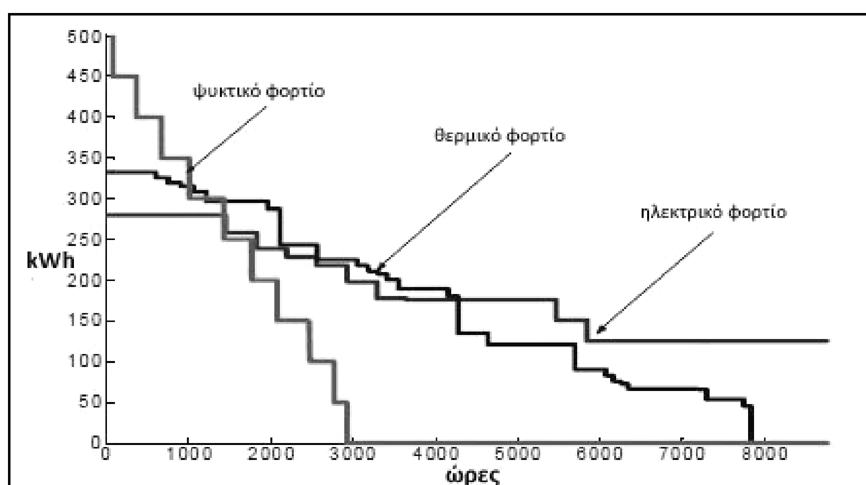
Ώρες λειτουργίας	Απλή περίοδος αποπληρωμής (έτη)
6570	3,35
5500	4,04
4500	4,99
3500	6,52

Σημειώνεται ότι η περίοδος αποπληρωμής είναι σαφώς μικρότερη, εάν συνυπολογισθεί το ποσό από την πώληση της συμπαραγόμενης Η.Ε. στο δίκτυο με βάση το ισχύον τιμολόγιο (λειτουργικά έσοδα).

8.3. ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΜΕ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΙΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Το σχήμα 8.2 δείχνει, ενδεικτικά, τις καμπύλες του ετήσιου ηλεκτρικού, θερμικού και ψυκτικού φορτίου ενός τυπικού περιφερειακού νοσοκομείου, όπου:

- με κόκκινο χρώμα σημειώνεται το ψυκτικό φορτίο,
- με μαύρο το θερμικό και
- με μπλε το ηλεκτρικό φορτίο της εγκατάστασης.



Σχήμα 8.2.: *Ενδεικτικές καμπύλες φορτίων νοσοκομείου*

Ο σχεδιασμός του συστήματος τριπαραγωγής ακολουθεί τη στρατηγική της χρήσιμης θερμότητας, όπως ορίζει και η Κ.Ο. 2004/8/ΕΚ, αλλά και ο Ν. 3851/10.

Θεωρείται ότι ο ψύκτης απορρόφησης είναι ισχύος 515 $kW_ψ$ που τροφοδοτείται με ΖΝΧ από το σύστημα μικρής ΣΗΘ, ηλεκτρικής ισχύος 330 kW_e, με μηχανή ΜΕΚ και καύσιμο ΦΑ και από συμβατικό λέβητα 270 kW_{th}, που επίσης τροφοδοτείται από ΦΑ.

Οι συντελεστές απόδοσης του συστήματος τριπαραγωγής δίνονται ως:

Αποδόσεις συστημάτων	η	
Ηλεκτρική απόδοση συστήματος ΣΗΘ	$η_e$	0,4
Θερμική απόδοση συστήματος ΣΗΘ	$η_h$	0,5
Ολική απόδοση συστήματος ΣΗΘ	$η_{ΤΟΤ}$	0,9
Λόγος ηλεκτρικής προς θερμικής ενέργειας	C	1,1
Συντελεστής συμπεριφοράς ψύκτη απορρόφησης	COP	0,8

Η προσομοίωση του συστήματος τριπαραγωγής δίνει τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Μηχανή ΣΗΘ	ΜΕΚ 330 kW_e
Ψύκτης απορρόφησης Li-Br/νερού	515 $kW_ψ$
Ετήσια παραγωγή ΗΕ μονάδας τριπαραγωγής (kWh_e/έτος)	Δες Πιν. 8.1
Ετήσια έσοδα από την πώληση συμπαραγόμενης Η. Ε. στο δίκτυο (€)	Δες (*)
Κόστος αγοράς συστήματος ΣΗΘ και ΨΑ (€)	Από κατασκευαστή

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΣΟΔΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘ

(*) Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων από την πώληση της συμπαραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο Δίκτυο ακολουθείται η μέθοδος όπως αυτή περιγράφεται στο άρθρο 5 του Νόμου 3851/2010, όπου:

Τιμή ΗΕ από Υψηλής Απόδοσης μονάδα ΣΗΘ = 87,85 x ΣΡ

$$ΣΡ = 1 + (ΜΤΦΑ – 26) / (100 \times η_e)$$

όπου:

ΣΡ = συντελεστής ρήτρας ΦΑ

ΜΤΦΑ = η ανά τρίμηνο μέση μοναδιαία τιμή πώλησης ΦΑ για ΣΗΘ, σε €/MWh ΑΘΙ, στους χρήστες ΦΑ στην Ελλάδα, εξαιρουμένων των πελατών ηλεκτροπαραγωγής.

Σύμφωνα με τον Ν.4001/2011, η ΜΤΦΑ ορίζεται από τη Δ/νση Πετρελαϊκής Πολιτικής του ΥΠΕΚΑ και κοινοποιείται στον ΔΕΣΜΗΕ.

$η_e$ = ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης της διάταξης ΣΗΘΥΑ, επί ΑΘΙ ΦΑ, η οποία ορίζεται σε 0,33 για μονάδες ΣΗΘΥΑ <= 1 MW_e και 0,35 για μονάδες ΣΗΘΥΑ > 1 MW_e.

Η τιμή ΣΡ δεν μπορεί να είναι μικρότερη της μονάδας. Για τον Ιανουάριο 2012 δόθηκε από το ΥΠΕΚΑ, ότι η ΜΤΦΑ είναι 55,97818 €/MWh και επομένως ο συντελεστής ρήτρας ΦΑ, ΣΡ, για το σύστημα ΣΗΘΥΑ που λειτουργεί στο νοσοκομείο με βαθμό απόδοσης $η_e$ = 0,35, είναι: ΣΡ = 1 + (55,97818 – 26) / (100 x 0,35) = 1,8565194

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΔΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘ	
Το κόστος καταναλισκόμενου καυσίμου για όλο το έτος	κατανάλωση Φ.Α. x ώρες λειτουργίας x τιμή ΦΑ
Το ετήσιο κόστος συντήρησης της μονάδας ΣΗΘ και ΨΑ	Δες κατασκευαστή (ες)
Το συνολικό κόστος από τη λειτουργία της μονάδας ΣΗΘ & ΨΑ	Κόστος καταναλισκόμενου καυσίμου + κόστος συντήρησης

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΛΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘ/ΨΑ	
Απλή περίοδος αποπληρωμής	Κόστος επένδυσης για μονάδα ΣΗΘ&ΨΑ / κέρδη από τα λειτουργικά κόστη

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Για αναλυτικότερη οικονομική αξιολόγηση του συστήματος ΣΗΘ ακολουθούνται λεπτομερείς υπολογισμοί, από ενεργειακό μελετητή, όπου σημαντικό ρόλο έχουν και τα λειτουργικά οφέλη, όπως αυτοί δίνονται στον πίνακα 8.1. και στη βιβλιογραφία [2].

9. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

9.1. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗΣ ΣΗΘ

Στις μονάδες πολύ μικρής συμπαραγωγής το όριο λειτουργίας μέχρι την πρώτη συντήρηση ανέρχεται στις 4.000 χιλιάδες ώρες, σε αντίθεση με τις μονάδες πάνω από τα 50 kW_e, όπου η πρώτη συντήρηση γίνεται περίπου στις 1500 ώρες λειτουργίας.

Όσον αφορά τις μονάδες πολύ μικρής ΣΗΘ, τα βασικά μέρη τα οποία χρήζουν αντικατάσταση είναι τα εξής:

- Λάδια μηχανής
- Φίλτρα μηχανής
- Φίλτρα αέρος
- Αναφλεκτήρας (μπουζί)
- Καλώδια ανάφλεξης
- Τα σημεία οπτικού ελέγχου είναι τα ακόλουθα:
- Ψυκτικό υγρό
- Πίνακας ηλεκτρονικού ελέγχου
- Τριοδικός καταλύτης
- Αντικραδασμικά
- Καλωδιώσεις από συσκευή προς πίνακα ελέγχου
- Τα σημεία ρύθμισης είναι:
- Ρύθμιση αερίου
- Ρυθμίσεις εκπομπών καυσαερίων

Ένα σημαντικό μέρος στο υδραυλικό σύστημα της πολύ μικρής ΣΗΘ είναι οι διαχωριστές σωματιδίων, όπου κρατούν τα σωματίδια από τη φθορά του υδραυλικού συστήματος (λάσπη). Αυτός είναι ένας από τους πιο βασικούς ελέγχους, ώστε οι εναλλάκτες να μην υποστούν εμπλοκή.

Ο βασικός προληπτικός έλεγχος της μηχανής ΣΗΘ γίνεται στις 8.000 ώρες λειτουργίας, όπου διενεργείται ενδοσκόπηση. Η ενδοσκόπηση περιλαμβάνει τον έλεγχο εσωτερικά της μηχανής για τυχόν εσωτερικές φθορές της.

9.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗΣ ΣΗΘ

Μέθοδοι δοκιμής που χρησιμοποιούνται για να καθοριστεί η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται με μορφή καυσίμων από το σύστημα πολύ μικρής και μικρής ΣΗΘ, καθώς επίσης και τα ποσά ενέργειας που παράγονται με τη μορφή χρήσιμης θερμότητας και της συμπαραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, βασίζονται στις τεχνικές προδιαγραφές των εταιρειών των συστημάτων ΣΗΘ.

Διαφορετικές δοκιμές-μεθοδολογίες εφαρμόζονται στην Ευρώπη, όπου η μέτρηση της παραγόμενης θερμότητας στην είσοδο και έξοδο του συστήματος γίνεται με βάση τα Ευρωπαϊκά πρότυπα για λέβητες, σχετιζόμενα με συστήματα πολύ μικρής ΣΗΘ. [16]

9.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΑΠΟ ΜΟΝΑΔΑ ΣΗΘ

Το πρότυπο EN 13203-2 ισχύει και για τα συστήματα πολύ μικρής ΣΗΘ.

10. ΕΠΙΛΟΓΟΣ [17]

Οι υφιστάμενες τεχνολογίες συμπαραγωγής για τον οικιακό και τριτογενή τομέα γίνονται όλο και πιο σημαντικές, λόγω της εμπορικής ανάπτυξης μικρών παραδοσιακών παλινδρομικών μηχανών εσωτερικής καύσης καθώς και συστημάτων κυψελών καυσίμου, μηχανών με κινητήρα Stirling και μικρο-στροβίλων.

Από τεχνολογικής άποψης, τα συστήματα συμπαραγωγής, είτε με κυψέλες καυσίμου είτε με μηχανές Stirling, φαίνονται πολλά υποσχόμενες για οικιακές εφαρμογές. Ωστόσο, πριν αυτά τα συστήματα τύχουν ευρύτατης αποδοχής, το κόστος αγοράς τους και η αξιοπιστία τους θα πρέπει να βελτιωθεί σημαντικά. Επί του παρόντος, τα πλέον αξιόπιστα συστήματα που διατίθενται για οικιακή και για μικρής κλίμακας εμπορικές εφαρμογές ΣΗΘ, σε λογικό κόστος, είναι οι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης.

Αν και η ηλεκτρική απόδοση της παλινδρομικών μηχανών εσωτερικής καύσης είναι υψηλότερη σε σύγκριση με αυτή των μηχανών Stirling, οι κυψέλες καυσίμου υπόσχονται να προσφέρουν την υψηλότερη ηλεκτρική απόδοση για τις οικιακές και μικρής κλίμακας εφαρμογές συμπαραγωγής. Θεωρητικά, οι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης απαιτούν μεγαλύτερη περιοδική συντήρηση από ανταγωνιστικές τεχνολογίες, μειώνοντας έτσι τη διαθεσιμότητά τους και αυξάνοντας το κόστος συντήρησης. Οι κυψέλες καυσίμου έχουν ελάχιστα κινούμενα μέρη και ως εκ τούτου έχουν τη δυνατότητα να έχουν πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης, αν και αυτό πρέπει να επιτευχθεί στην πράξη. Ωστόσο, τα βοηθητικά συστήματα, όπως οι αντλίες και οι ανεμιστήρες που απαιτούνται για τη λειτουργία των κυψελών καυσίμου μπορεί να είναι δαπανηρά στη συντήρησή τους, οδηγώντας σε τακτικές και έκτακτες διακοπές λειτουργίας των συστημάτων αυτών. Οι μηχανές με κινητήρες Stirling μικρής ισχύος (<20kW) απαιτούν χρόνο συντήρησης μετά από 5000 - 8000 ώρες λειτουργίας, που είναι μεγάλο διάστημα σε σχέση με τις παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης (Otto) παρόμοιας ισχύος. Το μεγάλο χρονικό διάστημα για συντήρηση μειώνει σημαντικά το κόστος λειτουργίας τους σε σύγκριση με τις μηχανές Otto. Το εγκατεστημένο κόστος για τεχνολογίες, όπως οι κυψέλες καυσίμου και οι μηχανές Stirling, είναι σήμερα πιο ακριβό, με τις κυψέλες καυσίμου να απαιτούν το υψηλότερο κόστος εγκατάστασης.

Οι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης έχουν υψηλότερες εκπομπές CO, NOx, και σωματιδίων σε σύγκριση με ανταγωνιστικές τεχνολογίες για τις οικιακές εφαρμογές συμπαραγωγής και έτσι μειονεκτούν για περιοχές με αυστηρά κριτήρια εκπομπών. Η χρήση καταλυτών για την επίτευξη αποδεκτών επιπέδων εκπομπών είναι δυνατή, αλλά και δαπανηρή.

Οι κυψέλες καυσίμου έχουν εξαιρετικά χαμηλές εκπομπές NOx και CO, ενώ και οι εκπομπές CO_2 είναι γενικά χαμηλότερες συγκριτικά με άλλες τεχνολογίες, λόγω της υψηλότερης απόδοσής τους, ιδιαίτερα όταν οι εκπομπές CO_2 που σχετίζονται με την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις κυψέλες, υπολογίζονται ως «αποφευχθείσες» από το συμβατικό μίγμα καυσίμων που εγχύει ΗΕ στο δίκτυο.

Οι εκπομπές από τις μηχανές με κινητήρα Stirling είναι δέκα φορές χαμηλότερες από αυτές που εκπέμπονται από μηχανές Otto εξοπλισμένες με καταλυτικούς μετατροπείς, καθιστώντας τις εκπομπές που παράγονται από κινητήρες Stirling συγκρίσιμες με εκείνες από σύγχρονους καυστήρες φυσικού αερίου.

Αν και η απόδοση και το κόστος για τους παλινδρομικούς κινητήρες εσωτερικής καύσης είναι εδραιωμένη, τα στοιχεία για τις κυψέλες καυσίμου και τις μηχανές Stirling βασίζονται σε περιορισμένο αριθμό έργων επίδειξης. Στοιχεία για τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας τους, την πραγματική βελτίωση της αποτελεσματικότητας, καθώς και τις δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης των μονάδων αυτών, δεν είναι ευρέως γνωστά και σε πολλές περιπτώσεις, δεν είναι διαθέσιμες πλήρεις και αξιόπιστες πληροφορίες. Η αβεβαιότητα αυτή καθιστά δύσκολη την ουσιαστική σύγκριση των

παλινδρομικών κινητήρων εσωτερικής καύσης, των κυψελών καυσίμου και των μηχανών Stirling για εφαρμογές συμπαραγωγής στον οικιακό και τον τριτογενή τομέα.

Σύγκριση των τεχνικών χαρακτηριστικών του παλινδρομικού κινητήρα εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), των κυψελών καυσίμου και της μηχανής Stirling για πολύ μικρά και μικρά συστήματα ΣΗΘ, παρουσιάζεται στον πίνακα 10.1. Οι πληροφορίες είναι αντιπροσωπευτικές των τεχνολογιών και παρέχεται ευκαιρία για άμεση σύγκριση των τριών τεχνολογιών.

Πίνακας 10.1. *Σύγκριση ΜΕΚ, ΚΚ, μηχανής Stirling*

	ΜΕΚ	**Κυψέλες καυσίμου**	**Μηχανή Stirling**
Ηλεκτρική Ισχύς (kW_e)	1÷100	0,5÷100	1÷55
Ηλεκτρική απόδοση (επί % ΑΘΙ)	30÷40	25÷40 PEMFC 30÷40 SOFC	30÷40 Σήμερα 35÷50 Μελλοντικά
Απόδοση θερμικής ανάκτησης (επί % ΑΘΙ)	45÷60	30÷50	45÷60
Θερμοκρασία χρήσιμης θερμότητας (°C)	85÷110	80÷100 PEMFC 950÷1000 SOFC	200
Συνολική Απόδοση (επί % ΑΘΙ)	80÷90	55÷80 PEMFC 60÷85 SOFC	80÷90
Θερμική Ισχύς (kW_{th})	3÷300	1÷300	3÷150
Διαθεσιμότητα (%)	85÷98	95	85÷90
Κόστος Συντήρησης (€/kW_eh)	0,008÷0,012	0,016÷0,024	0,005÷0,01
Εκπομπές αερίων ρύπων NO_x, SO_x, CO_x, σωματίδια	Χαμηλές	Ελάχιστες	Χαμηλότερες

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **http://hachp.gr/modules/content/index.php?id=20**
2. Φραγκόπουλος κ.ά., «Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας». ΕΛΚΕΠΑ, 1993
3. Ευρωπαϊκός Σύνδεσμος Προώθησης ΣΗΘ – COGEN EUROPE : **www.cogeneurope.eu**
4. Γ. Μαλαχίας – Ι. Κατσάνης, «Διαθέσιμες Τεχνολογίες Συμπαραγωγής». Έκδοση της Σχολής Ναυτικών Δοκίμων, Τεύχος 1 (2006)
5. Méziane Boudellal, «La Cogeneration». Εκδότης Dunad Paris 2010, ISBN: 978-2-10-052881-5/
6. Η. Γυφτόπουλος – G.P. Beretta, «Θερμοδυναμική – Θεμελιώδεις αρχές και εφαρμογές». Εκδόσεις Τζιόλα, 2007, ISBN: 978-960-418-137-7.
7. SAVE Programme Action No 4.1031/Z/01-130/2001 “TriGeMed – Trigeneration in the Mediterranean Countries – Technologies and Prospects in the Tertiary Sector”
8. DVGW - Deutscher Verein des Gas - und Wasserfaches: **www.dvgw.de**
9. Οι ισχύοντες σχετικοί Τεχνικοί Κανονισμοί για τις εσωτερικές εγκαταστάσεις Φ.Α.:
   - Τεχνικός Κανονισμός Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar (ΥΑ Δ3/Α/11346, Φ.Ε.Κ. 963, Τεύχος Β’/15-07-03).
   - Τεχνικός Κανονισμός Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας άνω των 50 mbar και μέγιστη πίεση λειτουργίας έως και 19 bar (ΥΑ Δ3/Α/5286 Φ.Ε.Κ. 236, Τεύχος Β’/26-03-97).
   - Τεχνικός Κανονισμός Υγραερίου στα Κτήρια, πλην βιομηχανικών (ΦΕΚ1257/Β 3-9-2003).
   - Καθορισμός τεχνικών διανομής υγραερίου καθώς και εγκαταστάσεων για τη χρήση αυτού σε βιομηχανικές, βιοτεχνικές και επαγγελματικές δραστηριότητες (ΦΕΚ 477/Β/1-7-93)
   - Για τη βιομάζα/ βιομεθάνιο μπορεί να εφαρμοστεί ο τεχνικός κανονισμός εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου.
   - Για την περίπτωση χρήσης πετρελαίου ως καύσιμο σε εγκαταστάσεις ΣΗΘ, εφαρμόζονται οι προδιαγραφές των εμπορικών / βιομηχανικών εγκαταστάσεων θέρμανσης ή/και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.
10. ΔΕΗ, Διεύθυνση Ανάπτυξης και Διαχείρισης Δικτύων, «Τεχνικές Προδιαγραφές για τη Σύνδεση Παραγωγών στα Δίκτυα Διανομής», Αθήνα, Μάρτιος 2004.
11. European Association for the Promotion of Cogeneration, «A Guide to Cogeneration», Brussels, Belgium, March 2001.
12. Invenergy Pty Ltd, «Cogeneration for Residential Apartment Buildings in NSW – Challenges and Opportunities», Australia, July 2006.
13. International Energy Agency: «Cogeneration and District Energy», Paris, France, 2009.
14. Educogen Project: «The European Educational Tool on Cogeneration», Second Edition, December 2001.
15. Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Green-building: «Τεχνική Ενότητα για την ΣΗΘ» **www.eu-greenbuilding.org**
16. Για μονάδες αερίου:
   - EN 297 (no-fan, <70 kW, types B11 and B11BS),
   - EN 303-3 (fan-assisted, <70 kW)
   - EN 656 (type B, 70-300 kW)
   - prEN 303-7 (fan-assisted, type B23, <1000 kW)
   - prEN 13826 (other type B, 300-1000 kW)
   - EN 483 (type C, <70 kW) Gas-fired heating boilers
   - EN 677 (condensing, <70 kW)

- prEN15502-1, gas-fired heating boilers - part 2-1: specific standard for type c appliances and type b2, b3 and b5 appliances of a nominal heat input not exceeding 1000 kw
- Για μονάδες πετρελαίου :
- EN 303-6 (combi, <70 kW)
- EN 304:1998/A1 1998
- EN 15035 (Room-sealed, type C13, C33 and C53)
- EN 15034 (Condensing, <1000 kW)
- EN 303-2 (fan-assisted, <70 kW)
- NEN-EN14792, "Gaskeur" method (Netherlands),
- DIN 4708-8 (Germany), etc.
- Η μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με βάση το «EN 15456: 2006, «Heating boilers - Electrical power consumption for heat generators - System boundaries - Measurements, 02.2006»
- EN 13203-4: Gas fired domestic appliances producing hot water - Part 4: Assessment of energy consumption of gas fired appliances combined heat and power (micro CHP) producing hot water and electricity not exceeding 70 kW heat input and 500 lt water storage capacity.

17. «Residential Cogeneration systems: A review of the current technologies», Annex 42 of the International Energy Agency – Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme, June 2005.
18. «Κώδικας Διαχείρισης του Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας», διαθέσιμο στον ιστότοπο www.rae.gr
19. El Paso Electric Company, «Interconnection and Safety Standards – Cogeneration and Small Power Production», El Paso, Texas, USA, April 2004.
20. Standard IEC 61000-3-6: «Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits - Section 6: Assessment of Emission Limits for Distorting Loads in MV and HV Power Systems», Basic EMC Publication, 1996(TR).
21. Standard IEC 61000-3-7: «Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3: Limits – Section 7: Assessment of Emission Limits for Fluctuating Loads in MV and HV Power Systems», Basic EMC Publication, 1996 (TR).
22. Standard EN 50160: «Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Distribution Systems», 1999.

ΕΙΔΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΙΑ ΤΡΙΠΑΡΑΓΩΓΗ

1. ASHRAE Handbook «Fundamentals». American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2009.
2. ASHRAE Handbook «Refrigeration». American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2006.
3. European Commission, Directorate-General for Energy - SAVE II Programme, «Energy Savings by CCHP plants in the Hotel Sector», May 2001.
4. European Commission - Sixth Framework Programme (2002 -2006), «Polygeneration in Europe – a technical report», July 2008.
5. Midwest CHP Application Center (MAC), University of Illinois at Chicago – Energy Resources Center, «CHP Resource Guide», Second Edition, September 2005.
6. Robert A. Zogg, Michael Y. Feng, Detlef Westphalen, «Guide to Developing Air-Cooled LiBr Absorption for Combined Heat and Power Applications», U.S. Department of Energy, April 2005.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Π.1.1. ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

- Κάθε Χρήστης του Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (Η.Ε.) είναι υποχρεωμένος να ενημερώσει τον Διαχειριστή Δικτύου προτού πραγματοποιηθεί η αρχική ενεργοποίηση και η δοκιμή έναρξης της εγκατάστασής της μονάδας ΣΗΘ και ο Διαχειριστής Δικτύου διατηρεί το δικαίωμα να έχει παρόντα κάποιον εκπρόσωπό του κατά τη διεξαγωγή της δοκιμής αυτής [18].
- Κάθε Χρήστης οφείλει να επιτρέπει στον Διαχειριστή Δικτύου, και ιδίως στους υπαλλήλους, στους εκπροσώπους και στους υπεργολάβους του Διαχειριστή την πρόσβαση σε κάθε τμήμα των εγκαταστάσεών του, εφόσον αυτό απαιτείται για τη διασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας του Δικτύου. Ως δικαίωμα πρόσβασης νοείται ειδικότερα η είσοδος, η διέλευση και η παραμονή στις εγκαταστάσεις του Χρήστη, καθώς και η εγκατάσταση και χρήση οχημάτων, μηχανημάτων ή άλλου εξοπλισμού στους χώρους των εγκαταστάσεων του Χρήστη. Επίσης, ο Διαχειριστής Δικτύου μπορεί να έχει πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες που αφορούν τις μετρητικές διατάξεις, τις οποίες θεωρεί αναγκαίες για τη διασφάλιση της καλής λειτουργίας του συστήματος εκκαθάρισης.
- Η εγκατάσταση παραγωγής του Χρήστη πρέπει να αποσυνδέεται αυτόματα από το δίκτυο διανομής σε περιπτώσεις διακοπών της παροχής ηλεκτρικής ισχύος. Η ενεργοποίηση της εγκατάστασης θα πραγματοποιείται ξανά, σύμφωνα με τις ισχύουσες πρακτικές ασφαλείας του δικτύου διανομής.
- Εάν κατά την εύλογη κρίση του Διαχειριστή Δικτύου, για να διασφαλιστεί η ασφαλής και συντονισμένη λειτουργία των εγκαταστάσεων και των μηχανημάτων κάποιου Χρήστη με το δίκτυο διανομής, απαιτείται η εφαρμογή συμπληρωματικών όρων ή προδιαγραφών, ο Διαχειριστής Δικτύου ενημερώνει σχετικά τον Χρήστη. Ο Χρήστης οφείλει να συμμορφώνεται με τις συμπληρωματικές απαιτήσεις του Διαχειριστή, και έχει το δικαίωμα να ζητά από τον Διαχειριστή την προσκόμιση στοιχείων που να αποδεικνύουν την ανάγκη εφαρμογής των συμπληρωματικών όρων και προδιαγραφών.
- Ο Διαχειριστής Δικτύου δύναται να προβεί σε αποσύνδεση εγκαταστάσεων ή εξοπλισμού ορισμένου χρήστη σύμφωνα με τα οριζόμενα στη Σύμβαση Σύνδεσής του, εφόσον τούτο κρίνεται απολύτως αναγκαίο για την αντιμετώπιση Κατάστασης Έκτακτης Ανάγκης καθώς και σε περίπτωση δοκιμής αποκατάστασης του Δικτύου.

Ο Χρήστης αναλαμβάνει την υποχρέωση συγχρονισμού της εγκατάστασης με το Δίκτυο διατηρώντας τις ισχύουσες πρακτικές ασφαλείας.

Π.1.2. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΘ

Εάν ο Χρήστης του συστήματος ΣΗΘ επιθυμεί να εγχέει ισχύ στο Δίκτυο Διανομής, είναι υπεύθυνος για την παροχή και συντήρηση των απαραίτητων εγκαταστάσεων που απαιτούνται για τη διεξαγωγή των μετρήσεων από τον Διαχειριστή Δικτύου. Όλοι οι μετρητές και οι διατάξεις καταγραφής θα παρέχονται και θα εγκαθίστανται από τον Διαχειριστή Δικτύου. Οι μετρητές που θα εγκαθίστανται ποικίλλουν ανάλογα με τις εφαρμοζόμενες τιμές και τη Σύμβαση Σύνδεσης. Η μετρητική διάταξη που θα εγκατασταθεί θα μετράει Ενεργό Ισχύ, Ενέργεια, Άεργο Ισχύ και Χρόνο Παροχής.

Οι διατάξεις ζεύξης και προστασίας πρέπει να έχουν τις απαιτούμενες ικανότητες διακοπής (εντάσεων φορτίου και βραχυκυκλώματος) και να εξασφαλίζουν την εκτέλεση των ακόλουθων λειτουργικών διαδικασιών του Δικτύου [19]:

- Χειροκίνητη ή αυτόματη ζεύξη – απόζευξη ολόκληρης της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ ή συγκεκριμένων τμημάτων της από το δίκτυο διανομής.
- Αυτόματη απόζευξη ολόκληρης της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ ή συγκεκριμένων τμημάτων της από το δίκτυο διανομής, σε περιπτώσεις μη ομαλής κατάστασης λειτουργίας του (βραχυκυκλώματα στοιχείων του δικτύου ή της εγκατάστασης) έτσι ώστε να αποφεύγονται βλάβες ή επικίνδυνες λειτουργικές καταστάσεις.
- Πρόληψη ανώμαλων λειτουργικών καταστάσεων και βλαβών των στοιχείων της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ, σε περιπτώσεις διαταραχών του δικτύου διανομής (για παράδειγμα, βυθίσεις και επαναφορά της τάσεως).
- Αποφυγή της απομονωμένης λειτουργίας της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ και τμήματος του δικτύου διανομής από το υπόλοιπο δίκτυο διανομής (νησιδοποίηση), εάν αυτό δεν προβλέπεται από το σχεδιασμό της.
- Περιορισμό της άσκοπης αποσύνδεσης της εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ από το δίκτυο διανομής η οποία έχει οικονομικές επιπτώσεις για τον ιδιοκτήτη της και μπορεί να προκαλεί προβλήματα ευστάθειας στο δίκτυο διανομής εάν η διείσδυση των αντίστοιχων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι σχετικά μεγάλη.

Οι χρήστες του Δικτύου Διανομής Η.Ε. με συστήματα ΣΗΘ διασφαλίζουν ότι η σύνδεσή τους στο δίκτυο διανομής δεν προκαλεί διαταραχές ή διακυμάνσεις της τάσης παροχής στο σημείο σύνδεσης, οι οποίες υπερβαίνουν τα σχετικά όρια. Τα όρια διαταραχών ή διακυμάνσεων καθορίζονται στα πρότυπα IEC/61000-3-6 (Αρμονικές) [20] και IEC/61000-3-7 (Διακύμανση Τάσης) [21]. Ο Διαχειριστής Δικτύου μπορεί να καθορίζει διαφορετικά όρια διαταραχών ή διακυμάνσεων της τάσης παροχής στα σημεία σύνδεσης με τεκμηριωμένη έκθεσή του. Οι Χρήστες οφείλουν να λειτουργούν τις εγκαταστάσεις τους κατά τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να μην παραβιάζονται οι προδιαγραφές που περιλαμβάνονται στον Κανονισμό της CENELEC EN 50160 [22].

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Π.2. ΠΙΝΑΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ

Π.2.1. Περιγραφή δραστηριοτήτων για το υπάρχον ενεργειακό σύστημα [15]

Ηλεκτρική Ενέργεια				
Είδος παροχής:				
Δίκτυο	Τοπικά παραγόμενη		Συνδυασμός δικτύου - τοπικής παραγωγής	
	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Σύντομη τεχνική περιγραφή του συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (εξοπλισμός διασύνδεσης, τάση κ.τ.λ.)				
Τιμή μονάδας παραγωγής (ηλεκτρισμός που εισάγεται και εξάγεται από το δίκτυο)				
Καύσιμο				
Σύντομη περιγραφή του είδους/ων καυσίμου που χρησιμοποιούνται (είδος, κατώτερη θερμογόνος ικανότητα,…)				
Τιμή μονάδας καυσίμου				
Θέρμανση				
Σύντομη τεχνική περιγραφή του συστήματος παροχής θερμότητας (είδος εξοπλισμού, θερμοκρασίες κ.τ.λ.)				
Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)				
Σύντομη τεχνική περιγραφή του συστήματος παροχής ζεστού νερού χρήσης				
Ψύξη				
Σύντομη τεχνική περιγραφή του συστήματος παροχής ψύξης				
Σχηματικό διάγραμμα του συστήματος παροχής ενέργειας				

Π.2.2. Τυπική ημέρα: Καταγραφή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (kWh ή MWh)

Ώρα	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0-2												
2-4												
4-6												
6-8												
8-10												
10-12												
12-14												
14-16												
16-18												
18-20												
20-22												
22-24												
Σύνολο												

Π.2.3. Τυπική ημέρα: Καταγραφή της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας (kWh ή MWh)

Ώρα	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0-2												
2-4												
4-6												
6-8												
8-10												
10-12												
12-14												
14-16												
16-18												
18-20												
20-22												
22-24												
Σύνολο												

Π.2.4. Τυπική ημέρα: Καταγραφή της κατανάλωσης ψυκτικής ενέργειας (kWh ή MWh)

Ώρα	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0-2												
2-4												
4-6												
6-8												
8-10												
10-12												
12-14												
14-16												
16-18												
18-20												
20-22												
22-24												
Σύνολο												

Π.2.5. Μηνιαία κατανάλωση καυσίμων (kWh ή MWh)

Ιανουάριος	
Φεβρουάριος	
Μάρτιος	
Απρίλιος	
Μάιος	
Ιούνιος	
Ιούλιος	
Αύγουστος	
Σεπτέμβριος	
Οκτώβριος	
Νοέμβριος	
Δεκέμβριος	
ΣΥΝΟΛΟ	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III

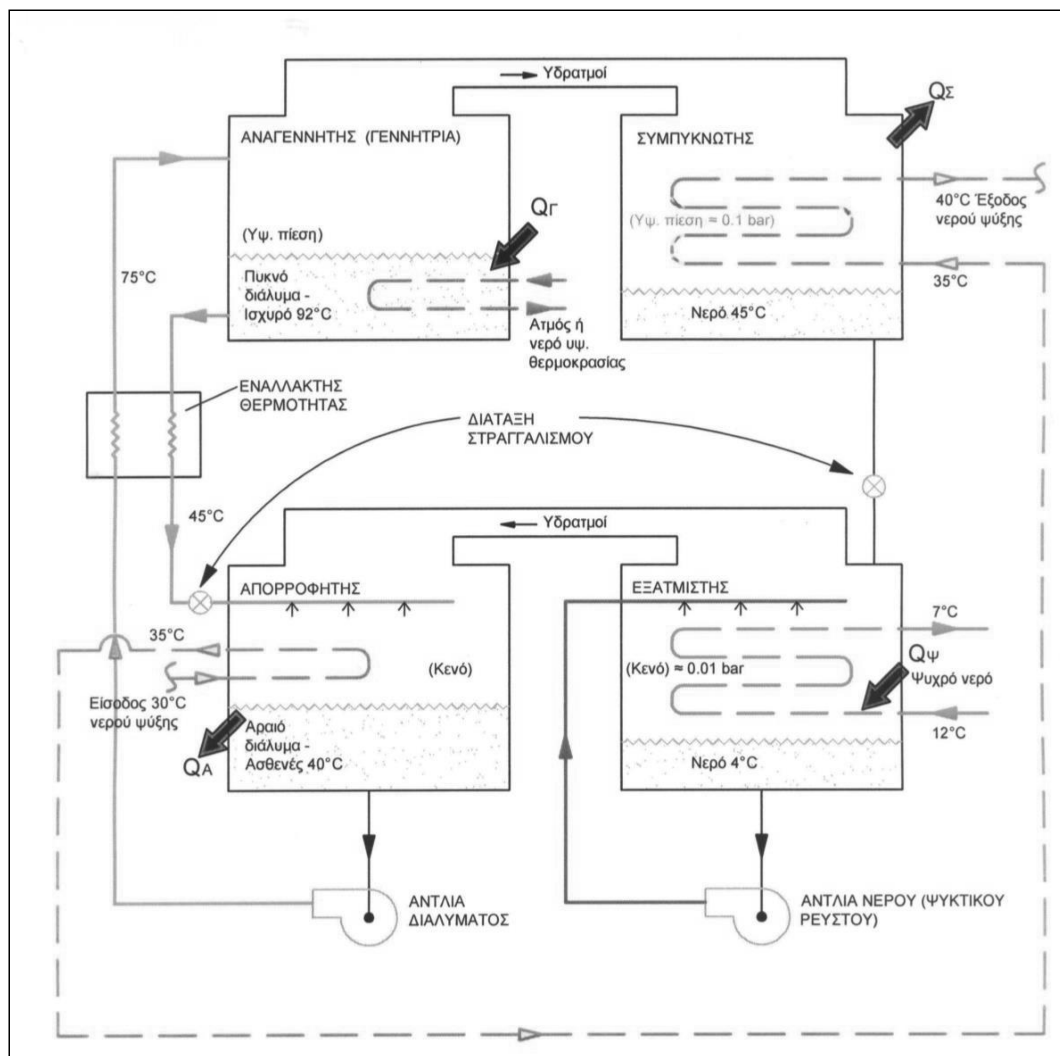
Π.3. ΒΑΣΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ

Στην πιο απλή σχεδίασή της, η μηχανή απορρόφησης αποτελείται από εξατμιστή, συμπυκνωτή και στραγγαλιστική διάταξη, ενώ ο συμπιεστής έχει αντικατασταθεί με το σύστημα «απορροφητής- αντλία διαλύματος-αναγεννητής», όπως περιγράφεται παρακάτω (σχήμα Π.3).

- Στον **εξατμιστή** εκτονώνεται το ψυκτικό υγρό, απορροφώντας θερμότητα υπό χαμηλή πίεση και χαμηλή θερμοκρασία. Έτσι, στο ψυκτικό στοιχείο, παράγεται π.χ. το ψυχρό νερό για τις ανάγκες κλιματισμού ή ψύξης, δηλ. η ψυκτική ισχύς, Q_c.
- Οι ψυχροί ατμοί του ψυκτικού μέσου απορροφούνται από κάποια ουσία (συνήθως διάλυμα άλατος ή και νερό), στον **«απορροφητή»**. Το διάλυμα αυτό είναι θερμό και φτωχό σε ψυκτικό μέσο («ισχυρό»). Γι' αυτό, όταν αναμιγνύεται με τους ατμούς, μπορεί να τους απορροφήσει, συμπυκνώνοντάς τους. Προκύπτει έτσι ένα διάλυμα πλούσιο σε ψυκτικό μέσο («ασθενές»). Κατά τη συμπύκνωση – υγροποίηση των ατμών υπό ενδιάμεση θερμοκρασία (αλλά και εξαιτίας της απορρόφησης των ατμών από το διάλυμα), από το μέσο αποβάλλεται θερμότητα Q_A.
- Το «ασθενές» διάλυμα στον απορροφητή μεταφέρεται, με αντλία, σε χώρο υψηλής πίεσης, στον **«αναγεννητή» ή «γεννήτρια»**. Εκεί προσφέρεται στο διάλυμα θερμότητα $Q_Γ$, υπό υψηλή σχετικά θερμοκρασία, από διαθέσιμη θερμική πηγή, οπότε απελευθερώνεται ατμοποιούμενο το ψυκτικό μέσο. Έτσι, το διάλυμα «αναγεννάται», δηλαδή ξαναγίνεται «ισχυρό» και μπορεί, επιστρέφοντας στον απορροφητή, να απορροφήσει πάλι το εξατμιζόμενο ψυκτικό μέσο. Προηγουμένως **στραγγαλίζεται** για να αποκτήσει τη χαμηλή πίεση που επικρατεί εκεί.
- Οι θερμοί ατμοί του ψυκτικού μέσου που παράγονται στον αναγεννητή-γεννήτρια, οδηγούνται στον **συμπυκνωτή** όπου υγροποιούνται, υπό ενδιάμεση θερμοκρασία, αποβάλλοντας θερμότητα $Q_Σ$. Το υγρό ψυκτικό αναγκάζεται να περάσει στο χώρο του εξατμιστή, μέσω **διάταξης στραγγαλισμού**, προκειμένου να εκτονωθεί για να επαναληφθεί ο ψυκτικός κύκλος.
- Ένας **εναλλάκτης θερμότητας** παρεμβάλλεται μεταξύ απορροφητή και αναγεννητή, για βελτίωση της λειτουργίας και αύξηση της αποδοτικότητας της ψυκτικής διάταξης. Σ' αυτόν μεταφέρεται θερμότητα από το «ισχυρό» και θερμό διάλυμα του αναγεννητή (πριν μπει στον απορροφητή) στο «ασθενές» και ψυχρό διάλυμα του απορροφητή (πριν έλθει στον αναγεννητή), το οποίο έτσι προθερμαίνεται με αποτέλεσμα να μειώνεται η απαίτηση θερμικής ενέργειας $Q_Γ$ που δίνουμε στον αναγεννητή.
- Η απαιτούμενη θερμική ενέργεια για τη λειτουργία του ψύκτη απορρόφησης είτε παράγεται με άμεση καύση, με χρήση καυστήρα, είτε χορηγείται με χρήση ατμού, ζεστού νερού ή από περίσσεια / ανάκτηση θερμότητας ή και από ενεργητικά ηλιακά συστήματα υψηλής απόδοσης. Οι μηχανές απορρόφησης, που είναι διαθέσιμες στο εμπόριο, τροφοδοτούνται με ατμό, ζεστό νερό ή τα αέρια καύσης, που μπορούν να παράγονται και από συστήματα ΣΗΘ.

Ο συντελεστής συμπεριφοράς (Coefficient of Performance – COP) μιας ψυκτικής διάταξης απορρόφησης είναι ο λόγος παραγόμενης ψυκτικής προς την προσδιδόμενη θερμική ισχύ, δηλαδή:

$$COP = \frac{Q_c}{Q_Γ}$$



Σχήμα Π.3. *Αρχή λειτουργίας ενός ψυκτικού συστήματος απορρόφησης μονού σταδίου με ψυκτικό μέσο νερό. Οι θερμοκρασίες είναι ενδεικτικές και αφορούν σύστημα νερού – βρωμιούχου λιθίου.*

Π.4. ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Ενέργεια		
Joule	1 J	1kg x m^2/s^2
British Thermal Unit	1 Btu	1,055.04 J = 1.055 x 10^{10}erg = 252 cal
Calorie	1 cal	4.186 J
	1 Therm	10^5 Btu

Ισχύς		
Watt	1 W	1 kg x m^2/s^3 = 1 J/s
Horsepower	1 hp	746 W = 550 ft x lbs/s = 2,545 Btu/h

Πίεση		
Atmosphere	1 atm	101,325 N/m^2 = 14.696 lbf/in^2 = 760 torr
Bar	1 bar	10^5 N/m^2 = 14.504 lbf/in^2
Torr	1 torr	1 mm Hg = 0.01934 lbf/in^2
Pascal	1 Pa	1 N/m^2
Στήλη νερού	1 mH_2O	9,795.3 N/m^2 at 15°C

Θερμοκρασία		
Fahrenheit	1 °F	5/9 °C
0 °C = 32 °F = 273.16 K		

Ισχύς / Επιφάνεια	1 W/m^2 = 0.3170 Btu/h x ft^2
Ενέργεια / Μάζα	1 kJ/kg = 0.4299 Btu/lb = 0.23884 kcal/kg
Ειδική θερμότητα	1 kJ/(kg x °C) = 0.23884 Btu/(h x ft x °F)
Θερμική αγωγιμότητα	1 W/(m x °C) = 0.5778 Btu/(h x ft x °F) = 0.85894 kcal/(h x m x °C)

NOx συντελεστές μετατροπής για Φυσικό Αέριο*		
Από	**Συντελεστής μετατροπής**	**Σε**
g/GJ	(20.95 – X)/5.618	mg/nm^3
g/GJ	(20.95 – X)/11.536	ppm
g/GJ	18.953 x 10^{-4}	lb/MBtu

X είναι η περιεκτικότητα O_2 στα καυσαέρια σε ποσοστό %

Ενεργειακές ισοτιμίες		
	TOE	**Ενέργεια (GJ)**
1 tonne oil	1	41.9
1 tonne coal	0.7	29.3
1,000 m^3 natural gas	0.86	35.6
1 Mega-watt-hour	0.086	3.6
1 barrel	0.137	5.7

Προθέματα πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων		
T	tera	10^{12}
G	giga	10^9
M	mega	10^6
k	kilo	10^3
h	hecto	10^2
da	deca	10^1
d	deci	10^{-1}
c	centi	10^{-2}
m	milli	10^{-3}
μ	micro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	pico	10^{-12}
f	femto	10^{-15}
a	atto	10^{-18}

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 23 Οκτωβρίου 2014

Ο ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΑΓΑΡΑΣ

Αριθμ. 13586 (5)

Τροποποίηση - συμπλήρωση απόφασης καθορισμού ανώτατου ορίου επιτρεπόμενων ημερών κίνησης εκτός έδρας υπαλλήλων υπηρετούντων στην Περιφερειακή Ενότητα Πέλλας της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας για το έτος 2014.

Ο ΓΕΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΑΣ
ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΘΡΑΚΗΣ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του άρθρου 280, παρ. 1 του Ν. 3852/2010 (ΦΕΚ 87/τ. Α΄/07.06.2010) «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης-Πρόγραμμα Καλλικράτης».

2. Τις διατάξεις του άθρου 2, παρ. 3 του Ν. 2685/1999 (ΦΕΚ 35/τ. Α΄/18.02.1999) «Κάλυψη δαπανών μετακινούμενων υπαλλήλων εντός και εκτός Επικράτειας και άλλες διατάξεις».

3. Τις διατάξεις του άρθρου 9, παρ. 1, εδ. α. του Ν. 3833/2010 (ΦΕΚ 40/τ. Α΄/15.03.2010) «Προστασία της εθνικής οικονομίας - Επείγοντα μέτρα για τη αντιμετώπιση της δημοσιονομικής κρίσης».

4. Τις διατάξεις του άρθρου 25, παρ. 6 του Ν. 2738/1999 (ΦΕΚ 180/τ. Α΄/09.09.1999) «Συλλογικές διαπραγματεύσεις στη Δημόσια Διοίκηση, μονιμοποίηση συμβασιούχων αορίστου χρόνου και άλλες διατάξεις».

5. Τις διατάξεις του Π.Δ. 142/2010 (ΦΕΚ 235/τ.Α΄/27.12.2010) «Οργανισμός της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας- Θράκης».

6. Την αριθμ. 11935/18.11.2013 (ΦΕΚ 3427/τ. Β΄/31.12.2013) απόφασή μας, αναφορικά με τον καθορισμό του ανώτατου ορίου επιτρεπόμενων ημερών κίνησης εκτός έδρας υπαλλήλων υπηρετούντων στην Περιφερειακή Ενότητα Πέλλας της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας για το έτος 2014.

7. Τα αριθμ. Π.Κ.Μ. 311562/(3454)/08.08.2014 και 348161/(3754)/22.09.2014 έγγραφα της Διεύθυνσης Διοικητικού-Οικονομικού της Περιφερειακής Ενότητας Πέλλας της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, με τα οποία αιτείται: α) την αύξηση των κατ' έτος ημερών κίνησης εκτός έδρας από είκοσι (20) σε εξήντα (60) για τον κλάδο ΤΕ Δ/κου – Λογ/κου της Διεύθυνσης Μεταφορών και Επικοινωνιών, λόγω της ύπαρξης αυξημένων υποχρεώσεων του αναπληρωτή προϊσταμένου της εν λόγω Διεύθυνσης και β) την παροχή δυνατότητας ετήσιου συμψηφισμού των κατά μήνα ημερών με ανώτατο όριο δέκα πέντε (15) ημέρες το μήνα και μέχρι συμπληρώσεως του ανώτατου ορίου επιτρεπόμενων ημερών κίνησης εκτός έδρας των εξήντα (60) ημερών ετησίως για τον ανωτέρω αναφερόμενο κλάδο ΤΕ Δ/κου - Λογ/κου της Διεύθυνσης Μεταφορών & Επικοινωνιών, λόγω της συνεχούς ανάγκης για τη διενέργεια τακτικών και εκτάκτων ελέγχων της αρμοδιότητάς του

8. Την αριθμ. οικ. 53844/10.07.2013 απόφαση Γενικού Γραμματέα Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας-Θράκης (ΦΕΚ 2017/τ. Β΄/16.08.2013) περί ανάθεσης άσκησης αρμοδιοτήτων σε οργανικές μονάδες της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας-Θράκης και παροχής εξουσιοδότησης υπογραφής πράξεων και εγγράφων «Με εντολή Γενικού Γραμματέα» στους προϊστάμενους των οργανικών μονάδων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας-Θράκης.

9. Το γεγονός ότι το ύψος της προκαλούμενης από την απόφαση αυτή δαπάνης ανέρχεται συνολικά στο ποσό των 1.600,00 € και θα βαρύνει τον Κ.Α.Ε. 390 0711 του προϋπολογισμού της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (Περιφερειακή Ενότητα Πέλλας) οικονομικού έτους 2014, αποφασίζουμε:

Α. Τροποποιούμε την αριθμ. 11935/18.11.2013 απόφασή μας, ως κατωτέρω:

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΛΛΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΤΕ Δ/κου – Λογ/κου .... 60 ημέρες

Β. Συμπληρώνουμε την αριθμ. 11935/18.11.2013 απόφασή μας, προσθέτοντας τρίτο εδάφιο στην παράγραφο β. αυτής, ως κατωτέρω:

«Επιπρόσθετα, επιτρέπεται ο ετήσιος συμψηφισμός των κατά μήνα ημερών με ανώτατο όριο δέκα πέντε (15) ημέρες το μήνα και μέχρι συμπληρώσεως του ανώτατου ορίου επιτρεπόμενων ημερών κίνησης εκτός έδρας των εξήντα (60) ημερών ετησίως και για τον κλάδο ΤΕ Δ/κου-Λογ/κου της Διεύθυνσης Μεταφορών & Επικοινωνιών, λόγω της συνεχούς ανάγκης για τη διενέργεια τακτικών και εκτάκτων ελέγχων της αρμοδιότητάς του».

Κατά τα λοιπά ισχύει η αριθμ. 11935/18.11.2013 (ΦΕΚ 3427/τ. Β΄/31.12.2013) προγενέστερη απόφασή μας, όπως αυτή έχει συμπληρωθεί-τροποποιηθεί από τις αριθμ. 2149/18.03.2014 (ΦΕΚ 1013/τ. Β΄/23.04.2014) και 7332/24.06.2014 (ΦΕΚ 2260/τ. Β΄/20.08.2014) όμοιες δικές μας.

Η ισχύς της παρούσας άρχεται από τη δημοσίευσή της.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Έδεσσα, 26 Σεπτεμβρίου 2014

Με εντολή Γενικού Γραμματέα
Αποκεντρωμένης Διοίκησης
Ο Γενικός Διευθυντής
ΗΛΙΑΣ ΘΕΟΔΩΡΙΔΗΣ

Αριθμ. απόφ. 950/2014 (6)

Σύσταση και συγκρότηση Ειδικής Επιτροπής Αξιολόγησης του Δήμου Κεφαλλονιάς.

Ο ΔΗΜΑΡΧΟΣ ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑΣ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις:

α) του άρθρου 24 του Π.Δ. 318/1992 (Α΄ 161), όπως αντικαταστάθηκε με τις διατάξεις του άρθρου 30 του Ν. 4250/2014 (ΦΕΚ Α΄ 74),

β) του άρθρου 90 του Κώδικα Νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα Κυβερνητικά Όργανα, που κυρώθηκε με το άρθρο 1 του Π.Δ. 63/2005 (Α΄ 98) και

γ) των οργανικών διατάξεων του ΔΗΜΟΥ ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑΣ (ΦΕΚ 724/13-3-2012).

2. Το γεγονός ότι από τις διατάξεις της παρούσας απόφασης δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του κρατικού προϋπολογισμού και του προϋπολογισμού του Δήμου.

3. Το άρθρο 7 παρ. 5 του Ν. 4275/2014, αποφασίζουμε:

1. Συνιστάται στο Δήμο Κεφαλλονιάς Ειδική Επιτροπή Αξιολόγησης, με έδρα το Αργοστόλι.

2. Η Ειδική Επιτροπή Αξιολόγησης συγκροτείται από τον Πρόεδρο και τα μέλη του, ως εξής:

α. Τον Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Διοικητικών Υπηρεσιών Στυλιανό Παυλάτο, ως Πρόεδρο, με αναπληρωτή την Προϊστάμενη της Διεύθυνσης Τεχνικών Υπηρεσιών Ευρύκλεια Παπαδήμα.

β. Την Προϊστάμενη της Διεύθυνσης Δόμησης Μαρούλη Παπαδάτου Κων/να, ως μέλος, με αναπληρωτή τον Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Καθαριότητας Παναγή Δελακά.

γ. Τον Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Περιβάλλοντος Ιωάννη Μπάρκα ως μέλος, με αναπληρωτή τον Προϊστάμενο Διεύθυνσης Οικονομικών Υπηρεσιών Γεράσιμο Παυλάτο.

3. Γραμματέας στην Ειδική Επιτροπή Αξιολόγησης του Δήμου Κεφαλλονιάς ορίζεται η προϊσταμένη του Τμήματος Ανθρώπινου Δυναμικού Ευτυχία Παπαδάτου, με αναπληρώτρια την προϊσταμένη του Τμήματος Διοικητικής Μέριμνας και Υποστήριξης Αιρετών οργάνων Μαρία Πυλαρινού Πετράτου.

4. α) Έργο της Ειδικής Επιτροπής Αξιολόγησης είναι:

i) η εξέταση των ενστάσεων που ασκούνται σύμφωνα με το άρθρο 19 του Π.Δ. 318/1992, όπως αντικαταστάθηκε με τις διατάξεις του άρθρου 26 του Ν. 4250/2014 και

ii) ο τελικός χαρακτηρισμός των επιδόσεων ως εξαιρετικών κατά τα οριζόμενα στο άρθρο 9 του Π.Δ. 318/1992, όπως ισχύει.

β) Η Ειδική Επιτροπή Αξιολόγησης του Δήμου Κεφαλλονιάς είναι αρμόδια και για την εξέταση των ενστάσεων και τον τελικό χαρακτηρισμό των επιδόσεων ως εξαιρετικών κατά τα οριζόμενα στο άρθρο 9 του Π.Δ. 318/1992, όπως ισχύει, και για τα Νομικά Πρόσωπα Δημοσίου Δικαίου του Δήμου Κεφαλλονιάς που δεν έχουν δικό τους υπηρεσιακό συμβούλιο.

5. Η θητεία της Ειδικής Επιτροπής Αξιολόγησης αρχίζει από την έκδοση της παρούσης και λήγει την 31η Δεκεμβρίου 2016 δεδομένων των προθεσμιών που ορίζονται κατά το νόμο και διέπουν την ολοκλήρωση της διαδικασίας αξιολόγησης και την εξέταση των ενδεχόμενων ενστάσεων επί αυτών.

6. Για τη συγκρότηση, τη σύνθεση, τις συνεδριάσεις, τη λειτουργία και τις πράξεις της Ειδικής Επιτροπής Αξιολόγησης εφαρμόζονται, κατά τα λοιπά, οι διατάξεις του Κώδικα Διοικητικής Διαδικασίας (Ν. 2690/1999).

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αργοστόλι, 24 Σεπτεμβρίου 2014

Ο Δήμαρχος
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΠΑΡΙΣΗΣ

Αριθμ. 5903 (7)

Ένταξη υπηρετούντος με σύμβαση ΙΔΑΧ στην κατηγορία Ε.ΔΙ.Π. της Πολυτεχνικής Σχολής.

Ο ΠΡΥΤΑΝΗΣ
ΤΟΥ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του άρθρου 8 παρ. 18 και του άρθρου 20 του Ν. 4009/2011, όπως τροποποιήθηκαν με το άρθρο 2 παρ. 9 του Ν. 4076/2012 (ΦΕΚ 159/10-8-2012 τ. Α΄), των άρθρων 29 και 79 του Ν. 4009/2011 (ΦΕΚ 195/6-9-2011 τ. Α΄), σε συνδυασμό με τις διατάξεις του άρθρου 39 παρ. 21 του Ν. 4186/2013 (ΦΕΚ 193/17-9-2013 τ. Α΄).

2. Τις διατάξεις του άρθρου 68, παρ. 3, περ. 5 του Ν. 4235/2014 (ΦΕΚ 32/11-2-2014 τ. Α΄) και του άρθρου 55, παρ. 2 του Ν. 4264/2014 (ΦΕΚ 118/15-5-2014 τ. Α΄).

3. Την απόφαση της Συγκλήτου του Α.Π.Θ. αριθμ. συνεδρ. 2884/3-4-2014, για τη διαδικασία ένταξης διοικητικών υπαλλήλων ΙΔΑΧ που είναι κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος σε θέσεις της κατηγορίας Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού (Ε.ΔΙ.Π.).

4. Την αίτηση ένταξης στην κατηγορία Ε.ΔΙ.Π. της Ελένης Φωτοπούλου, που υπηρετεί στο Ίδρυμα με σύμβαση ιδιωτικού δικαίου αορίστου χρόνου, η οποία είναι κάτοχος διδακτορικού διπλώματος με γνωστικό αντικείμενο ίδιο ή συναφές με τα γνωστικά αντικείμενα που θεραπεύει το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Ιδρύματος.

5. Την απόφαση του Κοσμήτορα της Πολυτεχνικής Σχολής για τον ορισμό Τριμελούς Εισηγητικής Επιτροπής για την ένταξη του υπηρετούντος με σύμβαση ιδιωτικού δικαίου αορίστου χρόνου, στην κατηγορία Ε.ΔΙ.Π. αριθμ. 53/4-9-2014.

6. Την από 15-9-2014 Εισήγηση της Τριμελούς Εισηγητικής Επιτροπής.

7. Την απόφαση της Κοσμητείας της Πολυτεχνικής Σχολής αριθμ. 2/1-10-2014 για την ένταξη στην κατηγορία Ε.ΔΙ.Π. της Ελένης Φωτοπούλου, που υπηρετεί στο Ίδρυμα με σύμβαση ιδιωτικού δικαίου αορίστου χρόνου, η οποία είναι κάτοχος διδακτορικού διπλώματος με γνωστικό αντικείμενο ίδιο ή συναφές με τα γνωστικά αντικείμενα που θεραπεύει το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Ιδρύματος (έγγραφο της Κοσμητείας αριθμ. 293/15-10-2014).

8. Το γεγονός ότι δεν έχει εκδοθεί το προεδρικό διάταγμα που θα ρυθμίζει τη βαθμολογική και μισθολογική κατάσταση του Ε.ΔΙ.Π., σύμφωνα με τις διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 29 του Ν. 4009/2011.

9. Τις ανάγκες του Ιδρύματος.

10. Το γεγονός ότι από την παρούσα δεν προκαλείται δαπάνη, διαπιστώνουμε:

Την ένταξη της Ελένης Φωτοπούλου του Παύλου, που υπηρετεί στο Ίδρυμα με σύμβαση ιδιωτικού δικαίου αορίστου χρόνου, η οποία είναι κάτοχος διδακτορικού διπλώματος με γνωστικό αντικείμενο ίδιο ή συναφές με τα γνωστικά αντικείμενα που θεραπεύει το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Ιδρύματος στην κατηγορία Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού (Ε.ΔΙ.Π.), σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 79 παρ. 3 του Ν. 4009/2011 και του άρθρου 68 παρ. 3, περ. 5 του Ν. 4235/2014, διατηρώντας την κατά το χρόνο της ένταξης της και μέχρι την έκδοση του κατά τις διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 29 του Ν. 4009/2011 προεδρικού διατάγματος, βαθμολογική και μισθολογική κατάσταση και την κατανομή της στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Ιδρύματος.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Θεσσαλονίκη, 23 Οκτωβρίου 2014

Ο Πρύτανης
ΠΕΡΙΚΛΗΣ ΜΗΤΚΑΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ ΦΥΛΛΩΝ ΤΗΣ ΕΦΗΜΕΡΙΔΑΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

Σε έντυπη μορφή:

- Για τα Φ.Ε.Κ. από 1 έως 16 σελίδες σε 1 € προσαυξανόμενη κατά 0,20 € για κάθε επιπλέον οκτασέλιδο ή μέρος αυτού.
- Για τα φωτοαντίγραφα Φ.Ε.Κ. σε 0,15 € ανά σελίδα.

Σε μορφή DVD/CD:

Τεύχος	Ετήσια έκδοση	Τριμηνιαία έκδοση	Μηνιαία έκδοση
Α΄	150 €	40 €	15 €
Β΄	300 €	80 €	30 €
Γ΄	50 €	-	-
Υ.Ο.Δ.Δ.	50 €	-	-
Δ΄	110 €	30 €	-

Τεύχος	Ετήσια έκδοση	Τριμηνιαία έκδοση	Μηνιαία έκδοση
Α.Α.Π.	110 €	30 €	-
Ε.Β.Ι.	100 €	-	-
Α.Ε.Δ.	5 €	-	-
Δ.Δ.Σ.	200 €	-	20 €
Α.Ε.-Ε.Π.Ε.	-	-	100 €

- Η τιμή πώλησης μεμονωμένων Φ.Ε.Κ. σε μορφή cd-rom από εκείνα που διατίθενται σε ψηφιακή μορφή και μέχρι 100 σελίδες, σε 5 € προσαυξανόμενη κατά 1 € ανά 50 σελίδες.

ΕΤΗΣΙΕΣ ΣΥΝΔΡΟΜΕΣ Φ.Ε.Κ.

Τεύχος	Έντυπη μορφή
Α΄	225 €
Β΄	320 €
Γ΄	65 €
Υ.Ο.Δ.Δ.	65 €

Τεύχος	Έντυπη μορφή
Δ΄	160 €
Α.Α.Π.	160 €
Ε.Β.Ι.	65 €
Α.Ε.Δ.	10 €

Τεύχος	Έντυπη μορφή
Α.Ε.-Ε.Π.Ε.	2.250 €
Δ.Δ.Σ.	225 €
Α.Σ.Ε.Π.	70 €
Ο.Π.Κ.	-

- Το τεύχος Α.Σ.Ε.Π. (έντυπη μορφή) θα αποστέλλεται σε συνδρομητές ταχυδρομικά, με την επιβάρυνση των 70 €, ποσό το οποίο αφορά τα ταχυδρομικά έξοδα.

- Η καταβολή γίνεται σε όλες τις Δημόσιες Οικονομικές Υπηρεσίες (Δ.Ο.Υ.). Το πρωτότυπο διπλότυπο (έγγραφο αριθμ. πρωτ. 9067/28.2.2005 2η Υπηρεσία Επιτρόπου Ελεγκτικού Συνεδρίου) με φροντίδα των ενδιαφερομένων, πρέπει να αποστέλλεται ή να κατατίθεται στο Εθνικό Τυπογραφείο (Καποδιστρίου 34, Τ.Κ. 104 32 Αθήνα).
- Σημειώνεται ότι φωτοαντίγραφα διπλοτύπων, ταχυδρομικές Επιταγές για την εξόφληση της συνδρομής, δεν γίνονται δεκτά και θα επιστρέφονται.
- Οι οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης, τα νομικά πρόσωπα δημοσίου δικαίου, τα μέλη της Ένωσης Ιδιοκτητών Ημερησίου Τύπου Αθηνών και Επαρχίας, οι τηλεοπτικοί και ραδιοφωνικοί σταθμοί, η Ε.Σ.Η.Ε.Α, τα τριτοβάθμια συνδικαλιστικά όργανα και οι τριτοβάθμιες επαγγελματικές ενώσεις δικαιούνται έκπτωσης πενήντα τοις εκατό (50%) επί της ετήσιας συνδρομής.
- Το ποσό υπέρ ΤΑ.Π.Ε.Τ. (5% επί του ποσού συνδρομής), καταβάλλεται ολόκληρο (Κ.Α.Ε. 3512) και υπολογίζεται πριν την έκπτωση.
- Στην Ταχυδρομική συνδρομή του τεύχους Α.Σ.Ε.Π. δεν γίνεται έκπτωση.

Πληροφορίες για δημοσιεύματα που καταχωρίζονται στα Φ.Ε.Κ. στο τηλ.: 210 5279000.
Φωτοαντίγραφα παλαιών Φ.Ε.Κ.: τηλ.: 210 8220885.

Τα φύλλα όλων των τευχών της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως διατίθενται δωρεάν σε ηλεκτρονική μορφή από την ιστοσελίδα του Εθνικού Τυπογραφείου (www.et.gr)

Ηλεκτρονική Διεύθυνση: http://www.et.gr - e-mail: webmaster.et@et.gr

ΟΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΠΟΛΙΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΑ ΑΠΟ 08:00 ΜΕΧΡΙ 13:30



ΑΠΟ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ
ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΟΥ 34 * ΑΘΗΝΑ 104 32 * ΤΗΛ. 210 52 79 000 * FAX 210 52 21 004